B.C.U. Timisoara
652439
2710

IAN ACEA

NOȚIUNI DE BAZĂ ÎN STUDIUL TEHNICII FOTOGRAFICE

EDITURA AURA

Δ 1/253

Stelian Acea

Noţiuni de bază în studiul tehnicii fotografice

B.C.U. "EUGEN TODORAN"
TIMIŞOARA
INV. 652439

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITARĂ
TIMIŞOARA
02276511

Editura Aura
Timişoara, 2006

180

Coperta: Armand Acea

Ilustrații grafice: Armand Acea

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
ACEA, STELIAN
Noțiuni de bază în studiul tehnicii fotografice /
Stelian Acea. - Timişoara : Editura Aura, 2006
Bibliogr.
ISBN (10) 973-7778-26-X ; ISBN (13) 978-973-7778-26-0

77(075.8)

Cuprins

Cuvânt înainte 5

Lumina 7
Ce este lumina ? 8
Corpuri luminoase şi neluminoase 9
Dispersia spectrală a luminii 9
Izvoare de lumină 13
Temperatura de culoare 14
Teoria tricromatică a percepţiei vizuale 15
Sinteza aditivă a culorilor 16
Sinteza substractivă a culorilor 17
Mărimi fotometrice 18

Procesul văzului 21
Construcţia globului ocular 21
Caracteristici specifice 24
Percepţia contrastelor 25
Puterea de separaţie 25
Vederea binoculară 26
Limita plastică a vederii 27
Perspectiva 27
Unghiurile vizuale 28

Elemente componente ale aparatului fotografic 31
Camera obscură 32
    Construcţia şi acţiunea lentilelor 35
Obiectivul 42
    Rezoluţia, sau puterea de rezoluţie 43
    Contrastul imaginii 44

  Tratarea multistrat (multikoated lens) 45
  Distanţa focală a obiectivului 46
  Obiective cu distanţă focală variabilă - transfocatoare (obiectivele zoom) 49
Vizorul.. 49
  Scurt istoric 50
  Erorile vizoarelor cu vizare directă şi reflex................. 55
Diafragma.. 61
  Diafragmare optimă, Diafragmare raţională, Diafragmare critică 63
Obturatorul.. 63
  Obturatorul central 64
  Obturatorul focal... 64
  Randamentul obturatorului..................................... 66
Magazia pentru materialele fotosensibile 67

Accesorii utilizate în fotografie 69
Parasolarul 69
Filtre colorate 69
  Filtre recomandate în fotografia color........................ 70
  Filtrul ultraviolet (UV)...................................... 71
  Filtre pentru fotografierea în infraroşu...................... 72
Filtrul de polarizare.. 73
  Fenomenul de polarizare a luminii 73
  Surse de lumina polarizată.................................... 74
  Suprafeţe reflectante nemetalice 75
  Cerul senin 75
  Filtre de polarizare 76
  Aplicaţiile filtrului de polarizare 77
  Utilizarea filtrelor la fotografia alb-negru 78
Lentile adiţionale - Macrofotografia 79
  Inele intermediare 80
Lampa bliţ... 81
Expunerea 83
  Modul de utilizare a exponometrului........................... 84
Trepiedul 85

Principii de obţinere a imaginii fotografice...................... 87
Principiul clasic de obţinere a imaginii fotografice............. 87
  Procese chimice 88
  Developarea... 88

Baia stop 95
Fixarea 95
Spălarea 98
Procesul pozitiv 98

Principiul digital de obţinere a imaginii fotografice 99
Formate de fişiere pentru stocarea imaginilor digitale 103
Spaţiul de culoare 104
Rezoluţia camerelor digitale 106
Sensibilitatea la lumină 108
Echilibrul culorilor în fotografia digitală (White Balance) 109

Tendinţe tehnice 111
Miniaturizare 112
Mecanizare şi automatizare 115
De la automatizare la computerizare 116
Începutul viitorului 118
Realizarea imaginilor digitale 119
Materiale şi procese 122
Conservarea 124
Holografia 125

Încheiere 127

Anexa. Istoria cronologică a fotografiei 131

Bibliografie 141

Cuvânt înainte

„Aşadar, fotograful poate spune: atunci când privesc prin vizorul camerei eu nu văd scene actuale, ci viitoare fotografii pe care eu, prin apăsarea declanşatorului, le las să devină prezent. Atunci când privesc prin cameră mie nu îmi apare ceva anume real, ci văd posibile fotografii pe care prin apăsarea declanşatorului le las să devină realitate."

Wilem Flusser (1920-1991)

În contextul unei societăţi aflată într-o perpetuă schimbare şi în care imaginea de tot felul atât bi cât şi tridimensională ne inundă la tot pasul, fotografia îşi are locul său bine meritat. Această lucrare nu se doreşte un ghid practic al fotografului, ci are menirea de a familiariza şi a introduce cititorul în zonele tehnice specifice fotografiei. Ea se adresează în primul rând studenţilor din cadrul facultăţii de arte care prin natura profilului pentru care au optat, nu sunt de cele mai multe ori familiarizaţi suficient cu noţiuni tehnice sau ştiinţifice din domeniul fizicii, opticii sau chimiei şi de aceea am încercat să simplific lucrurile păstrând totuşi esenţa. Este evident faptul că nu se poate ajunge la performanţe artistice fără aprofundarea unui minim necesar de cunoştinţe tehnice de înţelegere şi conştientizare a modului de a face să ia naştere o imagine fotografică fie clasică sau digitală.

Stelian Acea

Lumina

Nu-i ajunge unui fotograf o viață de studii și experiențe pentru a desluși toate tainele și minunile pe care i le poate dărui lumina. Fără lumină nu exista nici fotografia. Poetul francez Alphonse de Lamartine (1790 - 1869) în cartea sa „Cours familier de litterature" exprima într-un mod foarte plastic interdependența strânsă dintre fotografie și lumină: „...ea (fotografia) este o artă, este mai mult decât o artă, este un fenomen solar în care artistul colaborează cu soarele." Fotografia se află la confluența dintre știință și artă, și de aceea toate fenomenele legate de apariția imaginii fotografice au un caracter bivalent: pe de o parte, caracteristicile științifice bazate pe cantitate, calitate, legitate, pe de altă parte aspectele estetice, mai inefabile, care sunt supuse personalității complexe și condițiilor social-istorice în care creează un artist. În această privință lumina, ca factor constructiv, este elementul în care se concretizează cel mai bine observațiile de mai înainte. Ea este indispensabilă atât pentru apariția fizică a imaginii, cât și pentru puterea ei sugestivă, emotivă și estetică. În acest context un mare fotograf contemporan, Ansel Adams, arată următoarele într-una din cărțile sale: „Pentru a folosi lumina din plin trebuie să știi cum să evaluezi intensitățile și calitățile, nu numai în ceea ce privește efectul lor asupra emulsiilor sensibile, dar și în relație cu elementele insesizabile ale puterii de înțelegere și a emoției care sunt exprimate printr-o fotografie bună. În mod implicit este vorba de o anumită filozofie estetică; ceva ce reprezintă mai mult decât cerințele fizice ale luminii și ale expunerii." [1]

---

[1] „Basic Photo 4", New York, 1952

Ce este lumina ?

Radiaţia luminii (sau pe scurt lumina) se defineşte ca o formă particulară a energiei radiante care este emisă de corpurile luminoase; ea se răspândeşte sub formă de oscilaţii electromagnetice, de aceeaşi natură cu undele hertziene (undele radio). Ca şi acestea lumina se propagă în vid cu o viteză de 300.000 km/s (exact - 299.796,5 km/s.). În medii materiale transparente (apă, sticlă etc.) lumina se propagă mai încet, cu viteze de ordinul a 200.000 km/s. Diferitele radiaţii se deosebesc prin lungimile lor de undă. Lungimile de undă ale diverselor radiaţii electromagnetice variază într-un domeniu foarte mare: de la câteva mii de kilometri, care reprezintă, de pildă, lungimea de undă a unor staţii de comunicaţii, până la a bilioana parte dintr-un milimetru ce reprezintă lungimea de undă a razelor cosmice. Totalitatea radiaţiilor de diferite frecvenţe constituie spectrul energiei radiante sau spectrul undelor electromagnetice. În spectrul undelor electomagnetice lumina ocupă un domeniu foarte îngust, şi anume cel cuprins între aproximativ 400 nm[2] şi 7`20 nm. La lungimi de undă mai mari de 800nm, se întinde domeniul radiaţilor infraroşii sau calorice, iar la lungimi de undă sub 400nm se întinde domeniul radiaţiilor ultravioletelor. În afară de radiaţiile vizibile există şi radiaţii invizibile, care pot fi în anumite condiţii să fie înregistrate pe materialele fotosensibile sau de aparate speciale. Din această categorie fac parte radiaţiile infraroşii, ultraviolete, razele X (folosite în medicină pentru obţinerea radiografiilor) şi razele gamma, care se aplică în defectoscopie. În general aceste radiaţii se utilizează numai în scopuri ştiinţifice şi nu intră în domeniul fotografiei obişnuite.

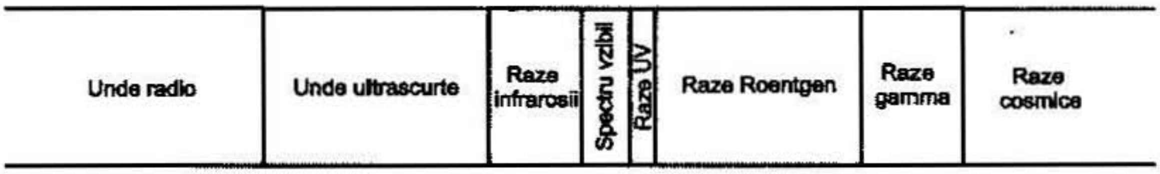


Fig. 1 Spectrul undelor electromagnetice

---

[2] În practica fotografică lungimea de undă a luminii se exprimă în milimicroni, sau nanometri.(nm)

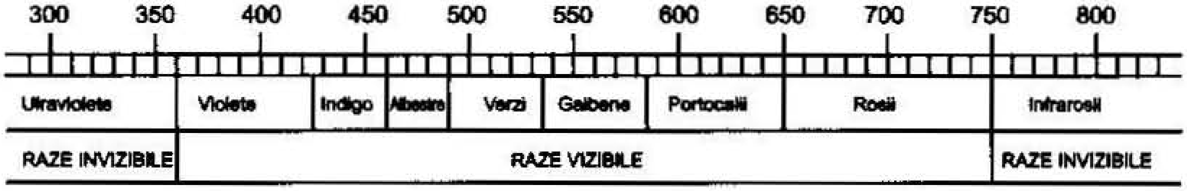


Fig. 2 Raportul cantitativ între diferitele culori spectrale şi lungimile lor de undă.

Corpuri luminoase şi neluminoase

Corpurile din natură pot fi împărţite în corpuri luminoase şi corpuri neluminoase. Cele luminoase radiază lumina care se răspândeşte în linie dreaptă în toate direcţiile. În aceste condiţii, lumina, pătrunzând prin pupilă în retina ochiului omenesc, excită nervul optic şi produce senzaţia de lumină. Astfel corpurile luminoase, ca soarele, lampa electrică, lumânarea etc., care sunt izvoare de lumină şi ca atare emit oscilaţii electromagnetice, influenţează direct nervul optic şi de aceea sunt vizibile. Toate celelalte corpuri din natură, care nu emit lumină sunt invizibile în întuneric. Dacă se creează un izvor de lumină (se aprinde un bec, o lumânare, etc.) se constată că nu numai corpurile luminoase, ci şi corpurile neluminoase, ce se găsesc în împrejurimi devin vizibile. Aceasta se explică prin faptul că razele luminoase ale izvoarelor de lumină, răspândindu-se în toate părţile, cad şi pe obiectele din jurul nostru, care nu sunt izvoare de, lumină; reflectându-se parţial pe suprafaţa lor, ajung la ochiul nostru, producând senzaţia de lumină.

Dispersia spectrală a luminii

De multă vreme se cunoaşte experienţa cu un fascicol de lumină solară, care, propagându-se dintr-un mediu transparent, cum este de pildă aerul, într-un alt mediu transparent, ca de exemplu sticla, îşi schimbă direcţia de propagare împrăştiindu-se. Odată cu această împrăştiere sau dispersie, fascicolul se colorează în culorile curcubeului. Această experienţă demonstrează că lumina albă nu este omogenă. Pentru a se obţine o dispersie perfectă se poate folosi o prismă de sticlă, care se aşează în drumul razelor fascicolului luminos. În aceste condiţii lumina albă se descompune într-un fascicol neîntrerupt de culori, denumit spectrul vizibil sau spectru. Culorile principale provenite din dispersia spectrală a luminii albe sunt: violet, indigo, albastru, verde, galben, orange şi roşu. *Culorile spectrale* diferă unele de altele prin lungimea lor de undă. Cea mai mică lungime de undă o au radiaţiile violete (400 nm), iar cea mai mare cele roşii (720 nm). În culorile spectrale nu există graniţă de trecere bine definită, de la o culoare la alta, iar ochiul omenesc percepe un număr mare de nuanţe de culori intermediare (pană la 160). Fiecărei nuanţe de culoare îi corespunde o anumită lungime de undă. Radiaţia luminoasă colorată, care constă dintr-o oscilaţie de o singură lungime de undă se numeşte radiaţie monocromatică. Raza de lumină monocromatică este omogenă şi nu mai poate fi descompusă în culori componente. Spre deosebire de ureche, care în urma unui exerciţiu îndelungat poate distinge sunetele componente ale unui acord, ochiul omenesc nu poate deosebi o lumină monocromatică de un amestec de mai multe radiaţii de mai multe lungimi de undă diferite, el percepând doar o senzaţie globală. Astfel un amestec de radiaţii monocromatice galbene şi roşii produc o senzaţie de orange, prin nimic deosebită de senzaţia produsă de o radiaţie monocromatică din domeniul orange al spectrului. Un amestec de radiaţii având toate lungimile de undă din domeniul vizibil produce senzaţia de alb. Se vorbeşte în acest caz de lumină albă.

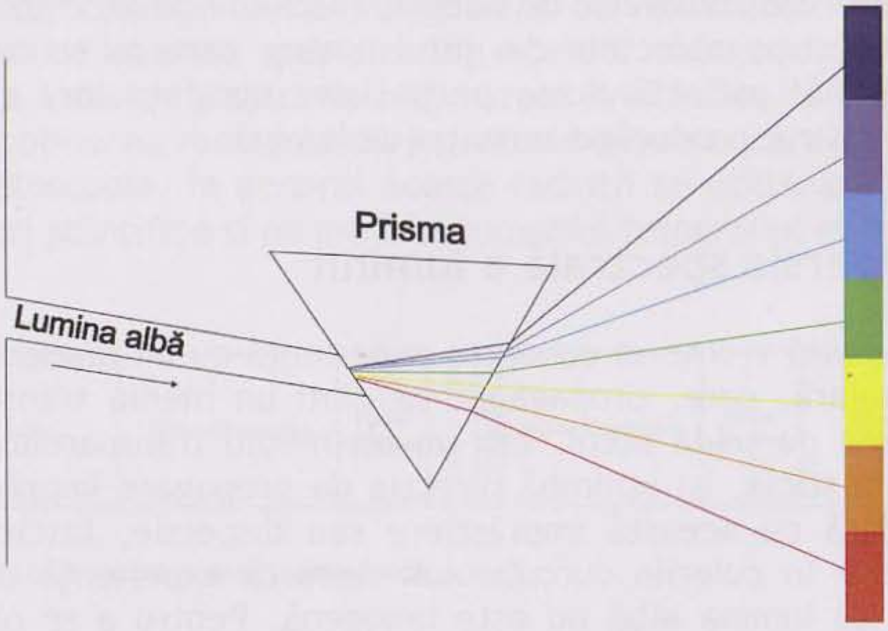


Fig. 3 Descompunerea luminii albe în culorile spectrale

În fotografia color toate nuanțele de culori rezultă prin combinarea în diferite proporții a numai trei culori fundamentale: magenta, galben si cyan. Fenomenul de dispersie a luminii își găsește aplicație în prismele unor spectrografe. În obiectivul fotografic se manifestă foarte supărător, ducând la apariția unor irizații în culorile curcubeului ale imaginilor fotografice, defect cunoscut sub denumirea de aberație cromatică. Propagarea rectilinie este caracteristica luminii de mare însemnătate în fotografie. Fluxul luminos, întâlnind în calea sa un obstacol, un corp opac, va fi oprit de acesta, nu va putea să-l ocolească cum fac, de pildă, valurile de apă sau suflul vântului. Mai departe vor circula doar acele raze care nu au fost oprite. În acest fel se explică apariția și caracteristicile umbrelor. O excepție de la această regulă are loc dacă o rază de lumină trece dintr-un mediu transparent în alt mediu transparent. În acest caz ea își modifică direcția și viteza de propagare.

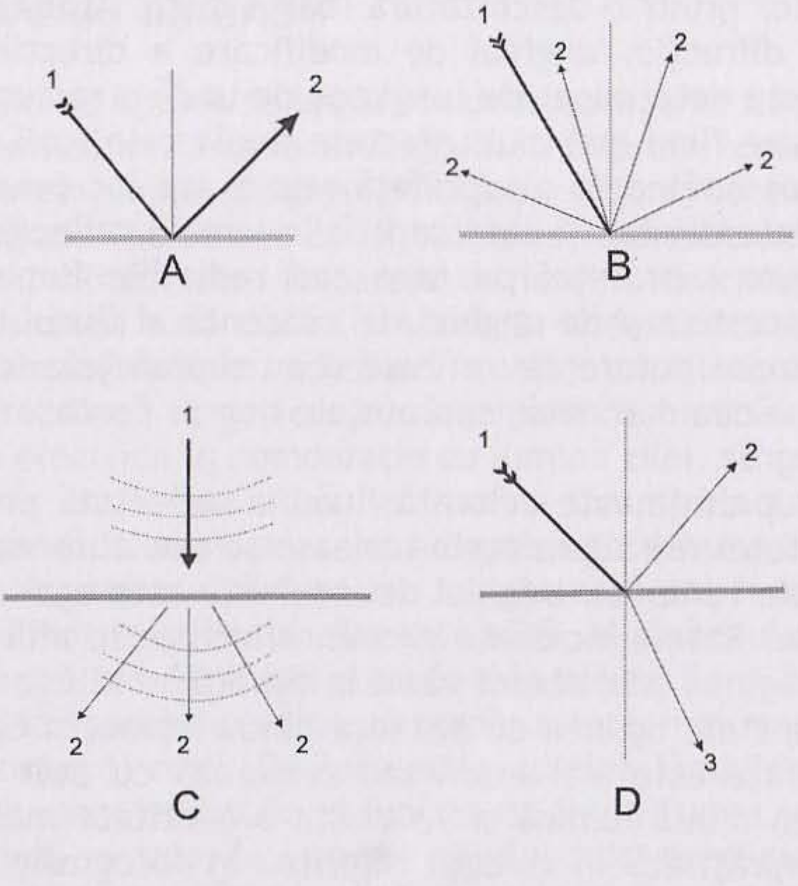


Fig. 4 A. Reflexia luminii, B. Difuzia luminii, C. Difracția luminii (1. Raza incidentă, 2. Raza emergentă), D. Refracția luminii (1. Lumina incidentă, 2. Lumina reflectată, 3. Lumina refractată)

Acest fenomen se numeşte refracţie şi, pe baza legilor refracţiei, se construiesc lentilele şi sistemele optice ale obiectivelor fotografice, cinevideo, etc. O altă excepţie la propagarea rectilinie a luminii o constituie difracţia. Fenomenul are loc întrun mediu omogen pe baza naturii ondulatorii a luminii, când un fascicol luminos întâlneşte marginea unui corp opac sau trece printr-o deschidere foarte mică. Contrar aşteptărilor se va constata că umbra nu prezintă un contur net, ci acolo unde ar trebui să fie întuneric se observă o iluminare slabă. Deci trecerea de la închis la deschis se face printr-o zonă de degrade a cărui dimensiune diferă în funcţie de puterea difracţiei. În fotografie în afară de aspectul umbrelor, trebuie ţinut seama de difracţie atunci când se diafragmează.

Dincolo de o anumită limită, deşi se poate obţine o zonă de claritate mai mare în adâncime, se va pierde totuşi din claritatea deja obţinută, din cauza împrăştierii undelor luminoase la trecerea lor printr-o deschizătură foarte mică. Atât la refracţie cât şi la difracţie, unghiul de modificare a direcţiei fluxului luminos este determinat de lungimea de undă a radiaţiei, radiaţiile albastre fiind mai mult afectate decât cele roşii. Dacă fluxul luminos întâlneşte o suprafaţă atunci are loc fenomenul de reflexie. Intensitatea şi caracteristicile luminii reflectate depind de structura suprafeţei pe care cad radiaţiile luminoase, de culoarea acesteia şi de unghiul de incidenţă al fluxului luminos. Cea mai mare putere de reflexie o au suprafeţele lucioase ca oglinda, iar cea mai mică, suprafeţele negre, poroase (ex.: catifeaua neagră).

Dacă suprafaţa este colorată, lumina reflectată preia culoarea suprafeţei. Pe suprafeţele lucioase se pot observa principalele legi ale reflexiei. Unghiul de incidenţă este egal cu unghiul de reflexie. Razele incidente şi cele reflectate se află în acelaşi plan şi imaginea unui obiect văzut în oglindă se află la o distanţă egală în spatele oglinzii cu distanţa dintre obiect şi oglindă. Cu cât suprafaţa este mai aspră sau texturată cu atât se va absoarbe mai multă lumină şi va exista o cantitate mai mare de lumină împrăştiată în direcţii diferite. În fotografie se aplică fenomenul de reflexie când se utilizează panouri pentru reflectarea luminii în porţiunile de umbră, la reglarea distanţei pentru obiectele fotografiate printr-o oglindă, la fotografia color, unde trebuie să se ţină seama de culoarea suprafeţelor reflectante din preajma subiectului.

Prin fenomenul de reflexie aparent energia luminoasă se micşorează; această pierdere de energie pare la prima vedere neglijabilă. Având însă în vedere că orice lentilă prezintă două suprafeţe aer-sticlă şi că un obiectiv ultraluminos prezintă un sistem de şase lentile, însumarea pierderilor dă o valoare apreciabilă; cantitatea de lumină ce străbate sistemul celor şase lentile este de numai 59,3 % din energia luminoasă, restul pierzându-se prin reflexie. Cum o parte din această lumină se reflectă spre imagine, are loc o diminuare apreciabilă a contrastului. De aici rezultă importanţa deosebită a tratamentului „antireflex” al obiectivelor moderne. Reflexia luminii la suprafaţa de separaţie a două medii transparente se manifestă în general foarte supărător în obiectivele fotografice, materialele fotosensibile, etc., impunând măsuri speciale pentru diminuarea energiei luminoase reflectate.

Izvoare de lumină

Izvoarele de lumina se împart în doua categorii: izvoare naturale de lumină şi izvoare artificiale. Din prima categorie fac parte: soarele, luna, fulgerul, flacăra, aurora boreală. Din a doua categorie fac parte: becul, tuburile fluorescente, becurile cu halogen, blitzul etc. Izvoarele de lumină se caracterizează prin intensitatea luminoasă. În afară de aceasta ele diferă prin calitatea luminii radiate, adică prin conţinutul relativ al radiaţiilor colorate. Dacă se privesc două izvoare de lumină, de exemplu lampa electrica în comparaţie cu lumina zilei, se constată că aceasta din urmă este albă, iar lumina lămpii electrice apare galben-roşcată. Lumina soarelui nu este întotdeauna aceeaşi; în diferite momente ale zilei ea are nuanţe care pot fi uşor percepute cu ochiul: la mijlocul zilei este albă, la răsăritul soarelui şi în primele ore ale dimineţii precum şi la apusul lui şi în orele de seară lumina soarelui conţine un număr relativ mai mare de raze galbene, oranj şi roşii. De asemenea, lumina lămpilor electrice îşi schimbă caracteristicile în funcţie de intensitatea curentului. Din practică se ştie că, atunci când scade tensiunea reţelei intensitatea luminoasă a becurilor scade şi în acelaşi timp lumina lor devine mai caldă. În procesul fotografierii mai trebuie să se ţină seama şi de un alt element şi anume de caracterul sensibilităţii la culoare a materialului fotosensibil folosit, sau de reglajul WB (white balance) în cazul aparatului digital.

Temperatura de culoare

Izvoarele de lumină naturale sau artificiale se caracterizează prin aşa-numita temperatură de culoare, care permite să se exprime radiaţia lor printr-un număr. Să ne imaginăm un cub gol cu suprafaţa interioară vopsită în negru mat şi prevăzut cu o deschizătură mică pe una din laturile lui, prin care poate pătrunde o rază provenită de la o sursă de lumină oarecare. După o reflexie repetată nu mai puţin de trei ori, raza de lumină poate să iasă prin deschizătura prin care a intrat. Datorită însă suprafeţelor interioare negre aceasta va fi aproape complect absorbită. Examinându-se interiorul cubului prin deschizătura pe unde intră lumina, din cauza absorbţiei complete a razelor se percepe o senzaţie de întuneric sau de culoare neagră. Corpul care absoarbe în întregime toate razele căzute asupra lui se numeşte în fizică corp negru absolut. Dacă se substituie modelul de corp negru printr-un metal greu fuzibil încălzit progresiv acesta începe să devină luminos; în aceste condiţii, radiaţia lui este perfect determinabilă pentru fiecare temperatură dată. Radiaţia care, la încălzirea acestui corp, iese prin orificiu nu depinde de natura materialului şi de structura şi culoarea suprafeţei; temperatura corpului este singura care exercită o influenţă hotărâtoare asupra compoziţiei radiaţiei. Sub 1000° Celsius corpul respectiv radiază numai razele infraroşii; pe măsură ce temperatura se ridică încep să radieze razele roşii, apoi cele oranj, galbene şi în sfârşit toate celelalte raze ale spectrului vizibil, adică cu cât este mai scăzută temperatura corpului negru absolut, cu atât radiaţia lui este mai săracă în radiaţii albastre şi violet, în schimb la temperaturi mai ridicate ale corpului negru absolut compoziţia radiaţiilor emise de el devine mai bogată în raze albastre şi violet, iar procentul razelor roşii şi orange scade. Prin nenumărate încercări făcute de fizicieni s-a stabilit că lumina medie a soarelui are o temperatură de culoare de 5500° K. Aceste grade de temperatură se numesc grade absolute şi se notează cu °K (Kelvin). Prin temperatură de culoare a unei surse de lumină înţelegem temperatura corpului negru la care radiaţia lui are aceeaşi culoare ca şi radiaţia respectivei surse de lumină. Temperatura absolută se află adăugându-se la temperatura relativă în grade Celsius a corpului respectiv +273. (Ex.: temperatura relativă în grade Celsius a filamentului incandescent a unei lămpi electrice este de 2927°C, iar temperatura absolută va fi de 3200 °K).

Teoria tricromatică a percepției vizuale

Dacă se descompune o rază de lumină albă cu ajutorul unei prisme care formează un spectru și se așează o lentilă convergentă in drumul fascicolului de raze colorate, acestea se vor aduna formând pe un ecran o pată de lumină albă. Această experiență poartă denumirea de recompunerea sau *sinteza luminii*.

Pentru a se obține lumina albă, e suficient a se combina câte două radiații (perechi complementare)de anumite culori, de exemplu galben cu albastru, roșu cu cyan etc.

Se știe că spectrul solar sau a altor izvoare de lumină produce senzații vizuale de culoare bine determinate. În mod convențional se disting după cum sa mai spus, șapte culori principale, numite *culori spectrale* (violet, indigo, albastru, verde, galben, orange și roșu). Dacă asupra ochiului acționează un flux luminos cu lungimi de undă care fac parte dintr-o treime a spectrului de exemplu:

- de la 400 nm până la 200 nm, obținem senzația culorii albastru,
- de la 500 nm până la 600 nm, obținem senzația culorii verzi,
- de la 600 nm până la 700 nm, obținem senzația culorii roșii.

Așadar culorile obținute pe cale aditivă din toate radiațiile unei treimi din spectru sunt roșu, verde, albastru, și se numesc *culori primare (de bază, sau fundamentale)*.

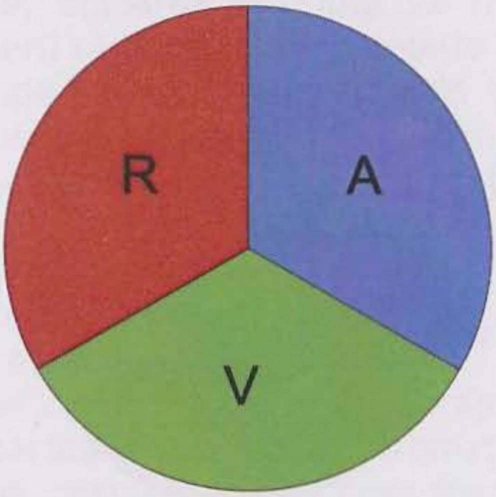


Fig. 5 Culori primare - lumină

Sinteza aditivă a culorilor

Utilizând trei proiectoare în fața cărora se așează câte un filtru având culoarea uneia din culorile principale putem efectua următorul experiment:

Proiectând cele trei fascicole pe un ecran alb, astfel ca ele să se suprapună parțial, se pot observa următoarele:

De exemplu:

albastru/verde = cyan
roșu/verde = galben
roșu/albastru = magenta

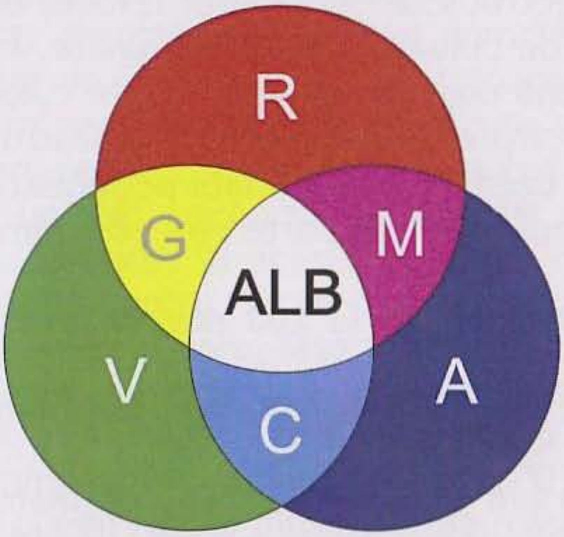


Fig. 6 Sinteza aditivă a culorilor

După cum se poate vedea din suprapunerea culorilor primare lumină se vor obține așa numitele *culori complementare (cyan, galben, magenta)*

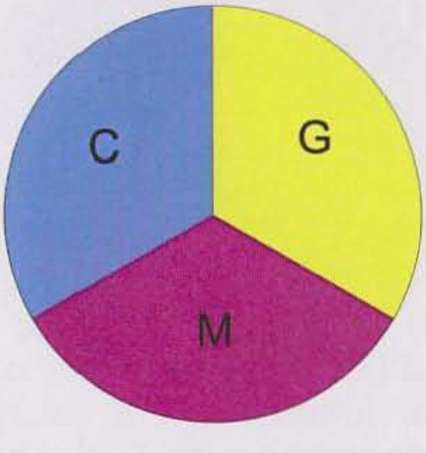


Fig. 7 Culori complementare - lumină

Astfel se obțin perechile de culori complementare:

- roșu - cyan
- verde - magenta
- albastru - galben

După cum se vede, culorile ce rezultă din amestecul aditiv al culorilor primare lumină, două câte două, sunt mai luminoase decât cele din care provin. Iar suprapunerea celor trei fascicole colorate formează albul pur.

Razele de lumină colorată proiectate pe ecran, fiecare independent una de alta, se combină în ochiul nostru potrivit teoriei tricromatice a vederii. Acest procedeu al combinării optice al culorilor primare se numește *sinteza aditivă* (de la „aditio", adică adunare).

Acesta este și principiul fundamental al televiziunii în culori, sau al fotografiei digitale. Fabricarea captatorilor digitali de tipul CCD (charge coupled devices - dispozitiv cu cuplaj de sarcină) sau CMOS (complementary metal oxide semiconductor - oxid metalic semiconductor complementar) au la bază teoria tricromatică RGB (red, green, blue) a sintezei aditive.

Sinteza substractivă a culorilor

Amestecul substractiv al luminii colorate se poate face printr-o operație inversă: dacă dintr-un flux luminos alcătuit din radiații care conțin toate lungimile de undă din domeniul vizibil al spectrului, va fi absorbită pe rând, cu ajutorul a trei filtre colorate, de o anumită nuanța și densitate, câte o treime din radiațiile spectrale, culoarea obținută va fi de fiecare dată, rezultatul compunerii radiațiilor din celelalte două treimi transmise de filtrul respectiv. Mai concret: prin trei filtre colorate perfect transparente, de pildă, cyan, galben, magenta, suprapuse parțial, și așezate în fața unei suprafețe luminoase albe, redau mai întâi

- roșu din magenta cu galben,
- verde din galben cu cyan, și
- albastru din magenta cu cyan.

La centru, unde cele trei filtre se suprapun, oprind, „substrăgând" fiecare partea lui de radiații cromatice, raze care alcătuiesc lumina albă, rezultatul va fi ceva foarte închis, aproape de negru. Un asemene procedeu este denumit procedeul substractiv, sau *sinteza substractivă* de obținere a culorilor.

Biblioteca Centrală Universitară TIMIȘOARA

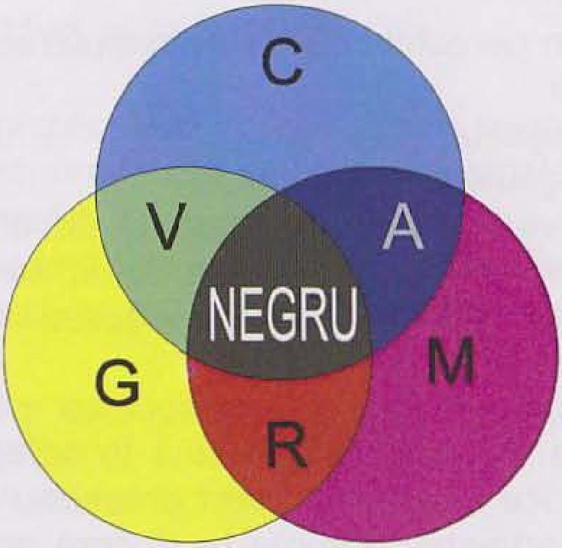


Fig. 8 Sinteza substractivă a culorilor

Amestecul substractiv de lumini colorate, este foarte des folosit în arta spectacolelor, teatru, balet (un costum roşu se întunecă total când se proiectează pe el o lumină verde, dar se aprinde când primeşte o lumină galbenă), iluminări stradale, monumente, arhitectură, care pot fi animate prin jocuri de lumini dintre cele mai feerice, etc.

Mărimi fotometrice

Analiza caracteristicilor surselor de lumină şi măsurarea mărimilor lor fac obiectul fotometriei. O sursă de lumină se caracterizează prin puterea sau fluxul de lumină şi intensitatea sa. Capacitatea unei surse de lumină de a lumina un obiect se numeşte iluminare, care pentru ochiul nostru privind acest obiect, devine strălucire. Fluxul luminos este cantitatea de lumină radiată de o sursă luminoasă în toate direcţiile într-o unitate de timp. Fluxul se exprimă în lumen (ln). Unitatea de flux - *lumenul* - este egală cu fluxul emis în unitate de unghi solid (steradian), de o sursă de lumină punctiformă şi uniformă având o, intensitate de o candelă. Unitatea de iluminare se exprimă în *lux* (lx). Ea este iluminarea unei suprafeţe, care primeşte un flux luminos de un lumen uniform repartizat pe un metru pătrat.

S-a arătat că corpurile din natură apar luminoase, fie că emit ele însele radiaţii, fie că reflectă, transmit sau difuzează total sau parţial radiaţiile care le parvin de la alte izvoare de lumină. În primul caz, corpurile reprezintă surse primare de lumină, în al doilea caz surse secundare de lumină. Aspectul suprafețelor surselor luminoase primare sau secundare se caracterizează prin noțiunea de strălucire. Cantitatea de lumină constituie primul element, care ne servește la studierea raportului dintre acțiunea energiei luminoase și imaginea fotografică. Ea este egală cu iluminarea de un lux în timp de o secundă.

Procesul văzului

Înţelegerea şi interpretarea corectă a percepţiei vizuale a imaginilor fotocinematografice, cât şi a caracteristicilor obiectivelor, sunt în corelare directă cu caracteristicile vederii umane. În acest sens sunt necesare câteva cunoştinţe privind caracteristicile ochiului ca sistem optic. Ochiul serveşte drept model pentru o mulţime de aplicaţii tehnice în legătură cu imaginea (în fotografie, cinematografie, televiziune), dar în comparaţie cu acestea este mult mai complex şi se bucură de o extraordinară mobilitate. Proprietatea ochiului de a se acomoda rapid pentru a percepe clar obiectele dispuse la diverse distanţe, adaptarea privirii la condiţii de iluminare foarte variate, ca şi mobilitatea sa, constituie caracteristici cu totul deosebite, pe care aparatura tehnică, însă nu le poate atinge. Pe de altă parte, unele particularităţi ale ochiului (putere mică de separaţie, persistenţa retiniană), asociate cu alte fenomene psihofiziologice, constituie însăşi baza existenţei fotografiei, a cinematografiei, a televiziunii. Ochiul aşa cum apare el la mamifere şi la om, reprezintă un organ, care în decurs de sute de milioane de ani de evoluţie pe scara animală, a ajuns la un înalt grad de perfecţiune.

Construcţia globului ocular

Globul ocular, de o formă aproape sferică, are raza de circa 12 milimetri şi este înconjurat de o membrană de protecţie dură - sclerotica. Partea centrală a acesteia se numeşte corneea transparentă, şi are o grosime de 2 milimetri. Globul ocular este împărţit în două compartimente prin intermediul cristalinului, care se aseamănă mult cu o lentilă biconvexă. În funcţie de contracţia muşchilor raza şi grosimea cristalinului se modifică, schimbând convergenţa ochiului în vederea acomodării. Substanţa cristalinului nu este omogenă. În faţa cristalinului se găseşte irisul, constituit dintr-un muşchi cu o deschidere circulară variabilă reprezentând pupila, autoreglabilă în funcţie de luminanţa obiectelor privite, de la 2 la 8 milimetri în diametru. În interior sclerotica este tapisată cu o membrană neagră, numită coroidă, ce formează camera obscură a ochiului.

La rândul ei coroida este acoperită cu retina, constituită din ramificaţiile nervului optic, ale căror terminaţii fotosensibile sub formă de conuri şi bastonaşe sunt încadrate într-o structură celulară.

Bastonaşele (cu diametrul de la 0 002 mm. şi lungimea de 0.06 mm), sunt deosebit de sensibile la lumină, dar insensibile la culoare, ele constituind elementele vederii nocturne. Conurile (având diametrul de bază de 0,005 mm. şi lungimea de 0,035 mm.), sunt sensibile la culoare, ele reprezentând elementele vederii de zi. Bastonaşele în număr aproximativ de 130 de milioane sunt distribuite cu prioritate spre periferia retinei, pe când conurile în număr de aproximativ 7 milioane sunt concentrate mai mult în zona centrală. În planul orizontal la 5° spre exterior faţă de axa geometrică se găseşte pata galbenă, ce prezintă în centru o mică depresiune reprezentând centrul foveal. Pata galbenă corespunde vederii distincte, maximul de claritate revenind centrului foveal, în care sunt distribuite numai conuri. Acestei zone îi corespunde vederea directă sub un unghi mai mic de 1°. În afara petei galbene se manifestă vederea periferică, în care nu se disting detalii, iar pe măsura depărtării de aceasta imaginile devin din ce în ce mai neclare. De aceea pentru a percepe clar câmpuri mari ochiul se roteşte în orbită sub acţiunea muşchilor, uneori atât de repede încât în foarte scurt timp este capabil să perceapă clar un mare câmp de spaţiu. Locul de pe retină pe unde fibrele nervoase reunite părăsesc globul ocular constituie pata oarbă, care este complect insensibilă la lumină. Imaginea apare pe retină răsturnată şi cu unele deformaţii; informaţiile culese de retina sunt apoi transmise centrilor optici din creier prin nervul optic. Centri optici funcţionează ca adevărate "centre de prelucrare a datelor", care "interpretează" cele văzute, corectează perspectiva, stabilesc dimensiunile reale ale obiectelor, independent de mărimea imaginii pe retină, apreciază depărtarea pană la diferite obiecte, etc.

Prin lungul proces de evoluţie, ochiul a dobândit extraordinara capacitate de adaptare la condiţiile exterioare de vizibilitate. Acomodarea este facultatea ochiului de a reda distinct pe retină imaginea obiectelor situate la diverse distanţe. Distanţa de la cristalin la retină fiind fixă (cca. 20 mm), în vederea acomodării, ochiul îşi modifică convergenţa de la 60 de dioptrii pentru infinit, la aproximativ 70 de dioptrii pentru distanţa minimă. Astfel un ochi normal se poate acomoda pentru a prinde clar pe retină, obiecte situate de la infinit la 20 - 30 cm. distanţă, prin bombarea succesivă a cristalinului, care îşi reduce astfel distanţa focală.

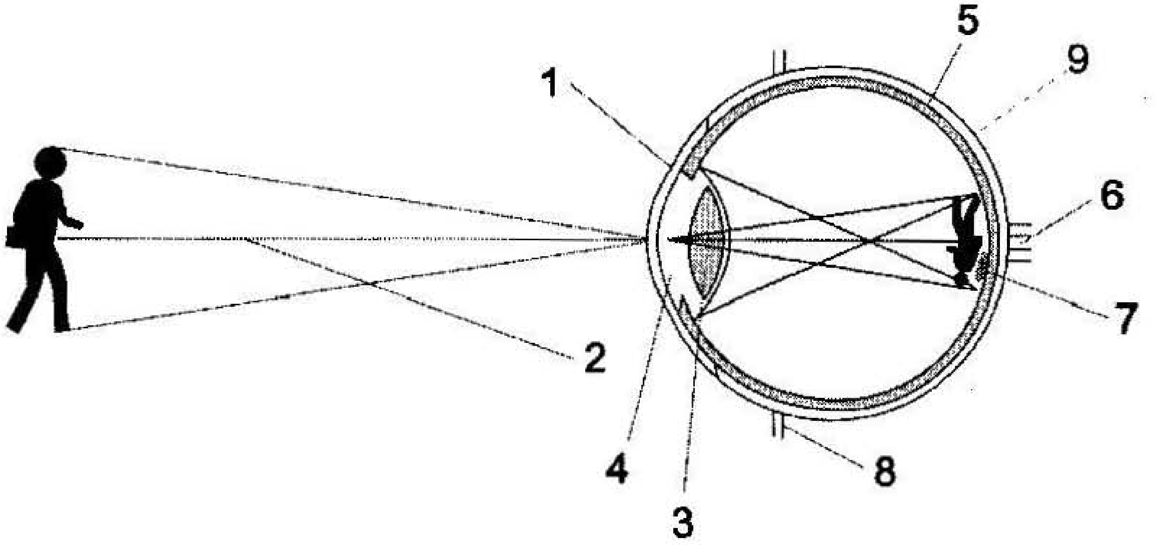


Fig. 9 Structura ochiului uman
1- cornea, 2- axa optică orizontală, 3- cristalinul, 4- irisul, 5- retina, 6-nerv optic, 7- pata galbenă, 8- tendon stâng, 9- sclerotica

Defecţiunile de acomodare se corijează prin intermediul lentilelor de ochelari. Dacă distanţa minimă de acomodare depăşeşte 20 cm. ochiul este hipermetrop şi se corijează cu ajutorul lentilelor convergente, iar dacă distanţa maximă nu ajunge la infinit, ochiul este miop şi se corijează cu lentile divergente. În privinţa condiţiilor exterioare de luminozitate ochiul se poate "adapta" de la lumina intensă a obiectelor în plin soare, pană la lumina foarte slabă a unei nopţi fără lună.

Atunci când intensitatea luminii exterioare scade, în primul rând se dilată pupila, mărind de câteva ori fluxul luminos ce pătrunde în ochi. În timp, şi la lumină slabă, sensibilitatea retinei creşte de câteva mii de ori, astfel că un ochi care a stat 1/2 oră în întuneric devine de cca. 10.000 de ori mai sensibil decât acelaşi ochi adaptat la plin soare. Mai mult decât atât, în prezenţa unei lumini prezentând o culoare dominantă, ochiul îşi modifică însăşi curba de sensibilitate cromatică, adaptând-o la noua situaţie. Adaptarea este facultatea ochiului de a se deprinde pentru a privi în condiţii de iluminare diferite. În timpul adaptării irisul îşi modifică diametrul, ceea ce implică modificarea iluminării în raport de l/16, echivalent cu patru unităţi de diafragmă ale unui obiectiv fotografic. Posibilitatea de adaptare a ochiului în condiţii diferite reprezintă o puternică armă de apărare în lupta pentru existenţă la animale şi la omul primitiv şi un mijloc foarte eficace de stabilire a relaţiilor cu lumea înconjurătoare în condiţiile vieţii civilizate a omului modern. Nu trebuie sa uităm că omul obţine cele mai complete şi preţioase informaţii despre lumea exterioară cu ajutorul văzului. Pentru fotograf însă, această adaptabilitate a ochiului departe de a fi un avantaj, reprezintă un mare inconvenient. Acomodarea la diferite distanţe, adaptarea la condiţii de lumină variată se face automat, printr-un proces reflex, fără să devină conştient. Din această cauză o apreciere justă a timpului de expunere necesar, a distanţei etc., sunt practic imposibile. Prelucrarea imaginii de pe retină în creier împiedică aprecierea corectă a perspectivei pe care o va prezenta imaginea fotografică.

De exemplu intrând de la lumina diurnă într-o cameră iluminată cu sursă de lumină artificială (becuri) avem impresia că lumina din interior este doar de câteva ori mai slabă decât cea de afară. Un exponometru ne va arata însă, o lumină de câteva sute de ori mai slabă decât cea din exterior.

Caracteristici specifice

Retina ochiului omenesc prezintă o anumită inerţie; dacă se întrerupe brusc cu un ecran netransparent accesul luminii venind de la un obiect oarecare spre retină, imaginea obiectului nu dispare instantaneu, ci senzaţia persistă, dispărând progresiv în cca. 1/20s. Această persistenţă face de altfel posibilă cinematografia. La cinematograf se proiectează imagini cu o cadenţa de 24 de imagini pe secundă. În timpul schimbări imaginii ecranul se întunecă, dar vechea imagine persistă până la apariţia noii imagini. Dacă aceasta este uşor diferită de prima se creează senzaţia de mişcare continuă. Ochiul nu poate deci sesiza mişcări mai rapide de 1/20 s., care ar corespunde oarecum cu timpul de expunere al ochiului. Din această cauză, dacă fotografiem o cascadă, utilizând un timp de expunere foarte scurt - 1/1000 sau 1/500 - cascada va apare pe fotografie ca „îngheţată". Din contră, o fotografie executată cu un timp mai lung - 1/30 - ne va sugera prin neclarităţile apărute mişcarea tumultoasă a apei.

Percepţia contrastelor

Ochiul poate percepe obiectele privite pentru că acestea sunt alcătuite din suprafeţe cu luminanţe diferite. Ochiul poate sesiza detalii pe un fond oarecare sau două suprafeţe alăturate numai dacă diferenţa dintre luminanţe depăşeşte o anumită valoare minimă, căreia îi corespunde un contrast minim perceptibil, numit prag de contrast. Sensibilitatea la contrast scade pentru detalii şi luminanţe mici cât şi pentru luminanţe foarte mari.

Puterea de separaţie

Puterea de separaţie este capacitatea ochiului de a distinge cele mai mici detalii ale obiectelor şi se exprimă prin mărimea inversă celui mai mic unghi sub care două puncte sau două linii sunt percepute distinct. Acest unghi se numeşte unghi limită de separaţie. Prin urmare, cu cât unghiul limită de separaţie este mai mic, cu atât puterea de separaţie este mai mare.

Puterea de separaţie a ochiului este limitată de fenomenele de difracţie, de structura celulară a retinei şi de aberaţii. În cazul liniilor paralele, unghiul limită de separaţie este mai mic decât în cazul punctelor; ochiul devine foarte sensibil faţă de frângerea liniilor şi faţă de grosimea acestora. Puterea de separaţie este influenţată de nivelul iluminării obiectelor privite şi de contrastul acestora.

Astfel puterea de separaţie maximă se obţine la o iluminare minimă de 50 lx şi rămâne aproximativ constantă la creşterea iluminanţei. De aceea iluminarea de 50 lx. se consideră normală pentru citit şi pentru lucrări cu obiecte de dimensiuni mici. În condiţiile vederii nocturne, dată fiind distribuţia bastonaşelor pe retină, prin faptul că mai multe bastonaşe sunt conectate la o fibră comună a nervului optic şi că sensibilitatea este mică la contrast, puterea de separaţie este foarte scăzută şi aproximativ egală pe tot câmpul vizual. Puterea de separaţie scăzută în centrul foveal se datorează lipsei bastonaşelor în această zonă.

Vederea binoculară

Chiar dacă, uneori, ni se pare că avem în faţa noastră o imagine largă, cuprinzătoare, ceea ce ochiul percepe cu claritate este numai o zonă centrală foarte îngustă, din acea imagine, restul imaginii formându-se pe retină în jurul petei galbene. Această "îngustime de vedere" este compensată din plin prin mişcarea permanentă a ochiului omenesc. Privirea unui ochi cuprinde astfel un câmp care atinge în sens orizontal aproape 180°, iar în sens vertical 135°. Ochii dau putinţa de a percepe şi a aprecia în afară de formele aparente şi culorile subiectelor înconjurătoare chiar şi dimensiunile şi depărtarea lor, şi aceasta numai datorită faptului că privim cu amândoi ochii. Este de fapt perceperea în relief, datorită fuzionării imaginii binoculare în creier. Cauza perceperii spaţiale constă în faptul că subiectul privit imprimă pe cele două retine cate o imagine diferită a acestuia.

Distanţa dintre axele oculare este în medie de 64 mm., şi constituie baza oculară sau distanţa pupilară. Creierului i se asigură o viziune spaţială şi reală, dat fiind că cele două imagini componente transmise prin intermediul nervilor optici, au înregistrat nu numai faţa, dar şi laturile în adâncime ale subiectului. Senzaţia de relief este cu atât mai mare cu cât distanţa de vedere este mai mică. Proprietatea aceasta a cuplului ochilor se numeşte vedere stereoscopică.

Percepţia tridimensională a spaţiului în condiţiile vederii „monoculare" este de natură psihologică, deoarece se bazează pe principiul cunoaşterii anterioare. Analiza în subconştient a variaţiei mărimii imaginilor obiectelor (care sunt deja cunoscute) este transformată în senzaţia de distanţă.

Limita plastică a vederii

Este de la sine înţeles că relieful ne apare cu atât mai pregnant cu cât subiectul se află mai aproape şi cu cât distanţa dintre pupile este mai mare. Cu cât subiectul se îndepărtează de ochi el apare mai puţin reliefat, pe măsură ce unghiul de paralaxă se ajunge să fie nul, subiectul se poate considera la infinit, iar perceperea lui în adâncime nu mai este practic cu putinţă. Aşadar, reiese că relieful vizual al omului este limitat în depărtare. Întrebarea care se pune este: care este această limită? Experienţa arată că pe întinderea unei câmpii, până în zare, nu toate subiectele întâlnite de privirea umană sunt percepute plastic de ochi. De la o anumită distanţă în adâncime, spre orizont, toate subiectele: clădiri înalte, turnuri, arbori înalţi etc., apar proiectate pe un acelaşi plan, care este cel al orizontului. Este o imagine a peisajului vie, colorată, reală, dar foarte asemănătoare cu o fotografie în culori ale aceluiaşi subiect: o imagine plană, plată, fără adâncime, fără relief perceptibil. Dar nu relieful este acela care ne indică depărtările relative ale diferitelor subiecte, ci obişnuinţa de a le recunoaşte sub cele mai diferite aspecte şi corecţia logică mintală, care situează obiectele în planurile lor, după legile perspectivei.

Perspectiva

Perspectiva în general, în sensul plastic, este o proiecţie conică, deoarece este o caracteristică a simţului vederii şi rămâne conformă cu aceasta ca desen şi culoare. Deci perspectiva poate fi:

- geometrică, când stabileşte conturul, forma şi ordonarea subiectelor în cadrul imaginii;
- aeriană sau a culorilor, când stabileşte acestor subiecte tonul cromatic potrivit locului pe care îl ocupă în spaţiu în raport cu punctul de vedere. Perspectiva geometrică şi cea aeriană sunt guvernate de legi, pe care ochiul, ca şi aparatul fotografic, le respectă cu toată rigurozitatea. În realitate ambele pot fi considerate ca perspectografe - aparate cu ajutorul cărora în anumite condiţii se poate construi cu uşurinţă perspectiva unui subiect.

În fotografie impresia de spațiu, deci de relief, poate fi sugerată și de un contrast între aproape și departe. Acest contrast se referă la:

- claritatea și neclaritatea, ca o incapacitate optică a ochiului de a vedea clar în același timp detalii situate la anumite distanțe;
- lumină și întuneric, ca o consecință a perspectivei aeriene datorită refracției atmosferice;
- mărimea aparentă subiectului în raport cu mărimea aparentă a unor detalii, a căror mărime este bine cunoscută (mărimea omului), ca o consecință a scării de redare a imaginii. Modurile acestea de redare a reliefului sunt proprii fotografiei, desenului, graficii și picturii, lumina fiind "creatoare" de volum și spațiu.

Unghiurile vizuale

Câmpul vizual al ochiului reprezintă ansamblul de puncte din spațiu ale căror imagini se formează pe retină. În funcție de senzațiile pe care le produc diversele zone ale câmpului vizual, se deosebesc mai multe unghiuri vizuale:

Unghiul vederii directe, este foarte mic și variază între 45' și 1° El corespunde centrului foveal, în care puterea de separație este maximă. Ochiul se orientează în orbită astfel încât imaginea punctului atenției principale să se formeze în această zonă.

Unghiul vederii distincte, are valori cuprinse între 6° și 8". Corespunzător acestui unghi se definește o zonă în care obiectele sunt percepute distinct. În afara acestui unghi obiectele se văd din ce în ce mai neclar.

Unghiul vizual complet, are o valoare aproximativ de 60° și corespunde câmpului în care toate culorile sunt percepute corect. În afara acestui unghi sensibilitatea ochiului la culoare dispare, mai întâi pentru roșu și verde și apoi pentru restul spectrului vizibil.

Unghiul optim perspectiv, are valori diferite în două direcții: 28° în plan vertical și 37° în plan orizontal. El corespunde câmpului în care ochiul percepe corect perspectiva obiectelor.

Unghiul vizual maxim (determinat de configurația feței) ajunge pană la 130°-140° în plan vertical și 130°-160° în plan orizontal.

Unghiul vederii stereoscopice, are valori cuprinse între 60°-70° și corespunde câmpului binocular în care se percepe bine relieful.

Unghiul maxim al vederii binoculare ajunge în plan orizontal până la 180°, la unii observatori chiar mai mult. Un unghi mic al vederii distincte și un unghi mare al vederii binoculare, în care obiectele sunt percepute neclar, permite să ne îndreptăm atenția asupra zonei de interes principal, vederea periferică determinând orientarea în spațiu.

Elemente componente ale aparatului fotografic

Orice aparat fotografic fie digital fie clasic, trebuie să rezolve, din punct de vedere constructiv, între altele, si următoarele probleme:

1. Încadrarea subiectului

În lipsa unei sticle mate încadrarea se realizează cu ajutorul unui vizor.

2. Punerea la punct a distanţei

Operaţia constă în potrivirea distanţei optime lentilă-material fotosensibil (CCD) astfel ca imaginea pe peliculă sa se formeze în toate detaliile cu maximum de claritate.

3. Reglarea diametrului fascicolului luminos ce pătrunde în aparat

Aceasta se realizează cu ajutorul diafragmei.

4. Reglarea timpului de expunere.

Lumina trebuie să acţioneze asupra materialului fotosensibil un anumit timp, în funcţie de luminozitatea imaginii şi de sensibilitatea peliculei folosite (sau ISO-ul presetat în cazul aparatelor digitale). Timpul de expunere necesar se obţine cu ajutorul unui obturator.

5. Sistemul de transport al peliculei (exclusiv în cazul aparatelor clasice). Orice aparat trebuie să permită introducerea, transportul şi scoaterea materialului fotosensibil în condiţiile unei excluziuni totale a luminii ambiante (care ar duce la voalarea materialului fotosensibil). Excepţie face, desigur, momentul expunerii materialului (singurul moment în care pelicula vine în contact cu lumina, până după prelucrarea sa).

Diferitele tipuri de aparate diferă între ele, pe lângă mărimea formatului, a camerei obscure, prin soluțiile constructive amintite la punctele 1-5.

Deci, aparatul fotografic are următoarele părți componente:

1. Camera obscură
2. Obiectivul
3. Vizorul
4. Diafragma
5. Obturatorul
6. Magazia pentru materialul fotosensibil; CCD + sistemul digital de stocare a informației,
7. Ecranul LCD de vizualizare a imaginii și aflarea unor date referitoare la setarea aparatului (numeric)
8. Dispozitive auxiliare.

Camera obscură

Camera obscură (denumirea provine din cuvintele latinești „*camera*”: încăpere + „*obscurus, obscura*”: întuneric)

Definiții:

1. Camera obscură a fost strămoșul aparatului, modern. Camera era, de fapt, o încăpere mare în care intra utilizatorul. Lumina, care se infiltra printr-o gaură mică în încăperea întunecată, producea o imagine răsturnată pe peretele opus. A fost folosită inițial pentru a vizualiza eclipsele solare; prin secolul al XVII-lea, procesul devine portabil prin introducerea unei lentile într-un capăt al unei cutii și folosind o bucată de sticlă mată în capătul opus pentru a vizualiza imaginea. O oglindă fixată în interiorul cutiei la un unghi de 45 de grade răsturna imaginea, asigurând privitorului o orientare corectă, astfel încât contururile să poată fi trasate.

2. (În arta fotografică) Un aparat în care imaginea unui obiect exterior sau a mai multor obiecte exterioare este, proiectată, prin intermediul unui orificiu, lentilă, sau obiectiv, asupra unei plăci fotografice sau asupra unei suprafețe, fotosensibile, poziționate în dosul unei cutii întunecate extensibile sau al unei încăperi (Fig.10).

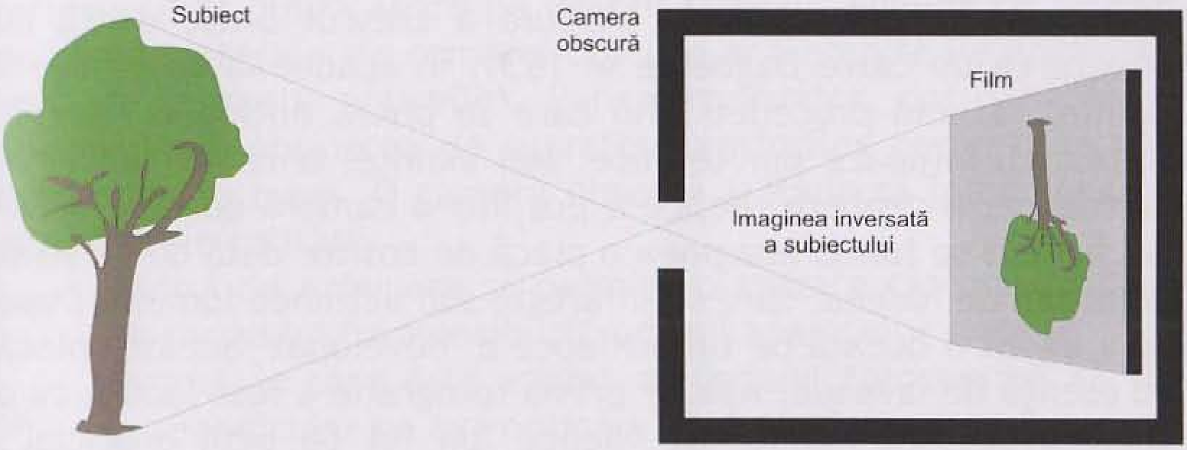
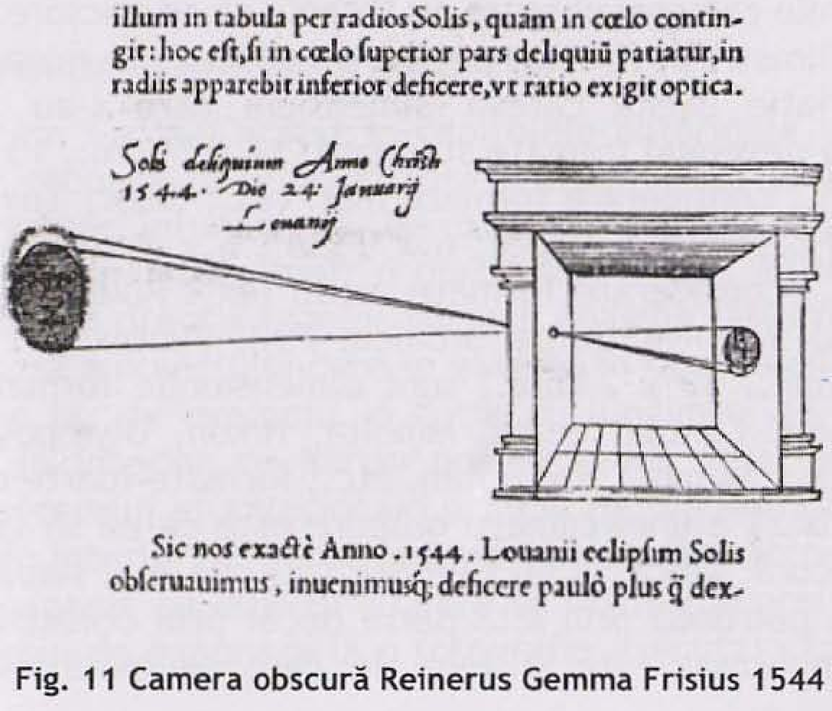


Fig. 10 Principiul camerei obscure

Încă din antichitate era cunoscut că într-o cameră întunecoasă se poate forma o imagine pe un perete, dacă pe peretele opus este un orificiu, prin care pătrunde lumina de afară. Imaginea apare răsturnată, iar calitatea se îmbunătățește simțitor, dacă în orificiu se montează o lentilă și pereții laterali ai camerei sunt vopsiți în nuanțe închise. Cu timpul acest fenomen a început să fie studiat și aplicat. În timpul Renașterii pictorii foloseau camera obscură pentru unele dintre lucrările lor. Prima descriere a camerei obscure cu orificiu aparține lui Leonardo da Vinci pe la anul 1504 (Fig.11). În 1648 venețianul Barbaro descrie principiul camerei obscure cu lentilă. De la lentila simplă, utilizată ca obiectiv, până la anastigmatele moderne de astăzi, construcția de obiective a cunoscut o mare diversificare.


illum in tabula per radios Solis, quàm in cœlo contin-
git: hoc eſt, ſi in cœlo ſuperior pars deliquiū patiatur, in
radiis apparebit inferior deficere, vt ratio exigit optica.

Solis deliquium Anno Christi
1544. Die 24 Januarij
Louanij

Sic nos exactè Anno .1544. Louanii eclipſim Solis
obſeruauimus, inuenimusq; deficere paulò plus q̃ dex-

Fig. 11 Camera obscură Reinerus Gemma Frisius 1544

Interesul pentru camera obscură a crescut brusc odată cu anunțarea de către Daguerre în 1839, în academia de științe a Franței, a unui procedeu prin care se putea obține o imagine stabilă cu mijloace pur tehnice. Mai înainte, chiar în 1826, tot un francez Nicephore Niepce a pus într-o cameră obscură în locul în care se forma imaginea o placă de cositor dată cu un strat de bitum de Iudeea, care se întărește sub acțiunea luminii. După ce a expus o bucată de timp Niepce a "developat" această placă cu esență de lavandă. Așadar prima fotografie a fost făcută cu o cameră obscură numită de Niepce "un fel de ochi artificial", având ca material fotosensibil un soi de smoală, deși proprietatea de fotosensibilitate a sărurilor de argint fusese dovedită încă din 1727 de către fizicianul Schultze. Dezvoltarea camerei obscure a avut o evoluție deosebit de dinamică, deși în fapt, ea a fost și a rămas un fel de cutie. În această cutie, pe o suprafață ecran este recepționată o imagine dată de o lentilă sau un grup de lentile, îndreptate spre obiectul de fotografiat.

Pereții laterali ai cutiei sunt necesari pentru ca imaginea dată de obiectiv să nu fie diluată de lumina ce ar pătrunde prin părțile laterale. Dinamismul dezvoltării camerei obscure se referă în special la evoluția dimensiunilor suprafeței, în care se formează imaginea, unde se așează materialul fotosensibil. Formatul cadrului de expunere impune și dimensiunea camerei obscure. La început, formatele cadrelor de expunere erau cuprinse între 9 x 12 și 20 x 30 cm., fără a exista o standardizare. Odată cu îmbunătățirea calității materialelor fotosensibile, dimensiunile camerei obscure au început să se micșoreze până la câțiva milimetri pe fiecare latură a cadrului. În această foarte largă variație există câteva dimensiuni care s-au folosit cu precădere devenind formate standard: 18 x 24 cm., 13 x 18 cm., 9 x 12 cm., considerate formate mari (ex.: Sinar, Toyo, Linhof, Plaubel, Horseman, Cambo); 6 x 9 cm., 6 x 7 cm., 6 x 6 cm., 6x4,5 cm., considerate formate medii (ex.: Rolleiflex, Contax, Hasselblad, Mamiya, Senza Bronica, Fuji, Pentax), 24x36mm.; 24 x 24 mm., 18 x 24mm., sunt dimensiunile formatelor mici (ex.: Canon, Contax, Leica, Minolta, Nikon, Olympus, Pentax, etc.), iar 9 x 14 mm., 8 x 11mm. etc., formate foarte mici. Calitatea de bază a unei camere obscure este ca ea să fie cu adevărat obscură, adică să nu permită nici cea mai slabă urmă de lumină să pătrundă prin altă parte decât prin obiectiv. De asemenea important este și felul în care se evită eventualele reflexe ce ar putea apare pe pereții laterali. Lumina ce ajunge pe părțile laterale ale camerei obscure ar trebui să fie absorbită total de vopseaua antireflex. Pare surprinzător, dar până acum nu s-a reușit obținerea de suprafețe antireflex perfecte și nici măcar foarte bune. O cameră obscură trebuie să îndeplinească următoarele calități:

- cadrul de expunere să permită o așezare cât mai plană a materialului fotosensibil;(în cazul aparatelor clasice)
- lăcașul în care este așezat materialul fotosensibil să fie perpendicular pe axa optică a obiectivului;
- la fotoaparatele a căror cameră obscură este descentrabilă, iar planele cadrului si a monturii obiectivului pot primi diferite înclinări, trebuie să existe un control cât mai riguros al acestor posibilități;
- ghidarea materialului fotosensibil să fie făcută cât mai precis, astfel ca imaginea să fie cât mai bine centrată;
- o foarte bună etanșare și protejare împotriva agenților externi: praf, umiditate etc.

Camera obscură este partea cea mai puțin fiabilă a fotoaparatului, solicitând o manipulare deosebit de atentă și o întreținere foarte costisitoare. O simplă curățire a unui fotoaparat de marcă, în laboratoare autorizate de firmă, poate să coste până la o treime din valoarea lui. În cadrul aceleiași categorii de format, camera obscură poate să difere calitativ atât de mult încât prețul celor mai bune fotoaparate este de zeci de ori mai mare decât a celor mai ieftine.

Construcția și acțiunea lentilelor

După cum s-a mai arătat în capitolele anterioare, razele de lumină se propagă în linie dreaptă și acest lucru se poate observa în încăperi întunecoase, de exemplu la cinematograf. Dacă razele de lumină trec printr-o deschidere mică, atunci, pe un ecran așezat în dreptul razelor apare o imagine răsturnată și puțin luminoasă a obiectului care se găsește în fața deschiderii.

Dacă se ia, de exemplu, o cutie cu lungimea de 10-15 cm căptușită în interior cu hârtie neagră mată și se practică în mijlocul peretelui ei anterior un orificiu de 0,4 mm diametru și se aplică în interior pe peretele posterior un film fotosensibil se obține un aparat cu orificiu cu care se poate fotografia. În plin soare, timpul de expunere la o fotografie executată în aer liber este de circa 1/2 de minut sau mai mult. Mărind diametrul orificiului, imaginea devine din ce în ce mai luminoasă, dar în acelaşi timp mai puţin clară. Pentru a obţine o imagine mai clară, se montează în orificiu o lentilă convergentă, care concentrează razele de lumină la o anumită distanţă în spatele lentilei.

Dacă o rază de lumină cade oblic pe o placă de sticlă cu feţele plane şi paralele atunci, străbătând placa, raza se deplasează paralel cu ea însăşi. Deplasarea laterală este cu atât mai pronunţată cu cât placa de sticlă este mai groasă. Dacă însă raza pătrunde printr-o sticlă cu suprafeţe curbe atunci direcţia ei se modifică. La incidenţa ei cu o prismă raza de lumină este refractată atunci când nu cade perpendicular pe sticla, atât la trecerea ei din aer în sticlă cât şi la cea din sticlă în aer. Dacă se alătură două prisme geometric identice astfel încât una să reprezinte imaginea simetrică a celeilalte, există două poziţii posibile. Când se alătură bazele lor, atunci razele de lumină refractate se întâlnesc în spatele prismelor iar când se alătură vârfurile lor atunci razele de lumină se împrăştie. În acest fel s-au obţinut cele două forme principale de lentile: lentila convergentă şi lentila divergentă.

O lentilă constă dintr-un mediu solid transparent, de obicei diferite sortimente de sticlă (cuarţ, sare gemă), având anumite calităţi în ceea ce priveşte indicii de refracţie şi dispersie, mărginit de două suprafeţe sferice sau de o suprafaţa sferică şi una plană. La lentilele de bună calitate, precum cele folosite la obiectivele fotografice, suprafeţele acestea se obţin printr-o şlefuire de înaltă precizie. Tehnica obţinerii unor suprafeţe „asferice" oferă mari posibilităţi în construcţia obiectivelor. Prin combinarea unor suprafeţe convexe, concave şi plane se obţin cele opt tipuri fundamentale de lentile.

Următoarele lentile au proprietatea de a strânge într-un punct razele paralele cu axa optică, ce cad pe suprafaţa lor şi de aceea se numesc *convergente* (Fig.12).

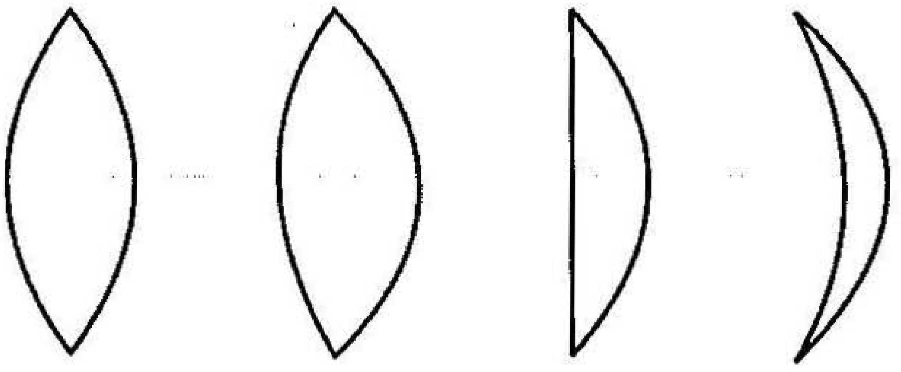


Fig. 12

1. Lentila biconvexă simetrică (raze de curbură egale). Formă asemănătoare unui bob de linte (denumirea de lentilă vine de la numele în latină a lintei - *lens aesculenta*).
2. Lentila biconvexă asimetrică (raze de curbură inegale).
3. Lentila plan-convexă (o suprafaţă plană = sferă cu rază infinită).
4. Lentila concav convexă (ambele centre de curbură sunt de aceeaşi parte a lentilei). Această formă de lentilă, mult folosită ca lentilă de ochelari şi ca obiectiv la aparatele fotografice puţin pretenţioase, se mai numeşte şi menisc.

Următoarele patru lentile au proprietatea de a împrăştia un fascicol de raze paralele cu axa optică, ce cad pe suprafaţa de lentilă şi de aceea se numesc lentile *divergente* (Fig13).

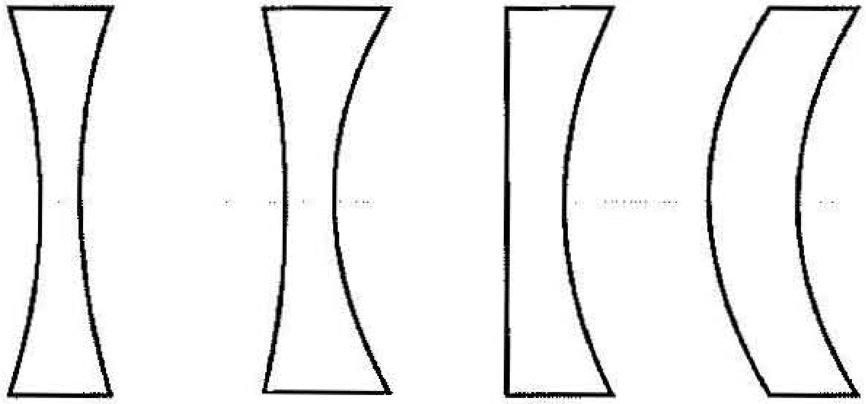
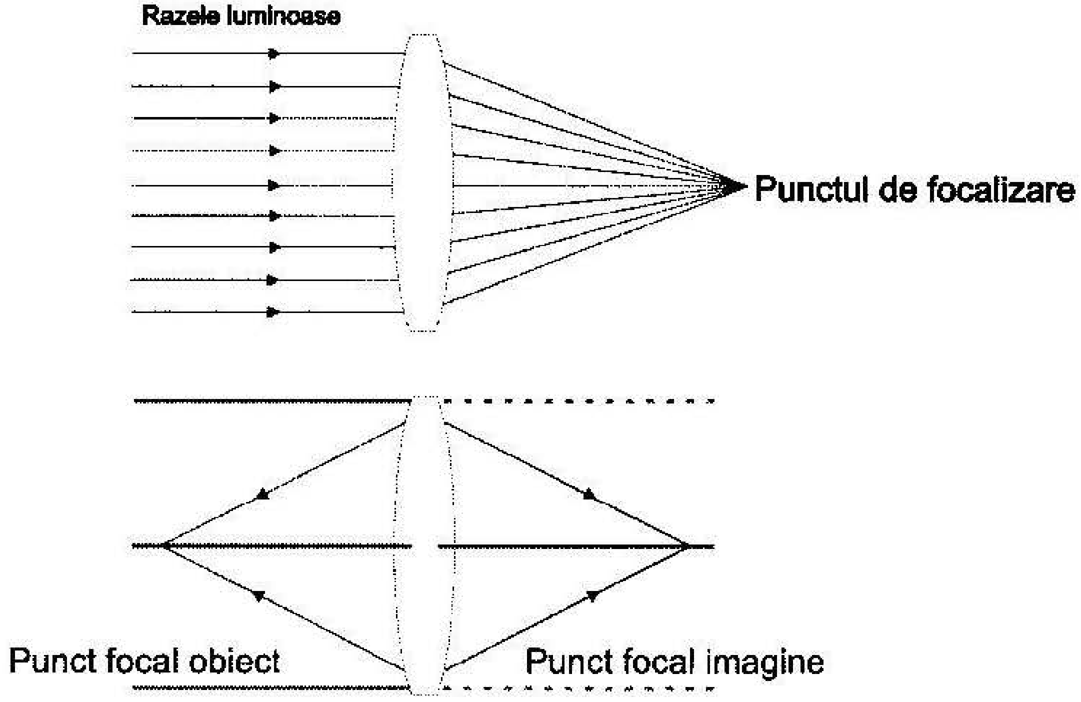


Fig. 13

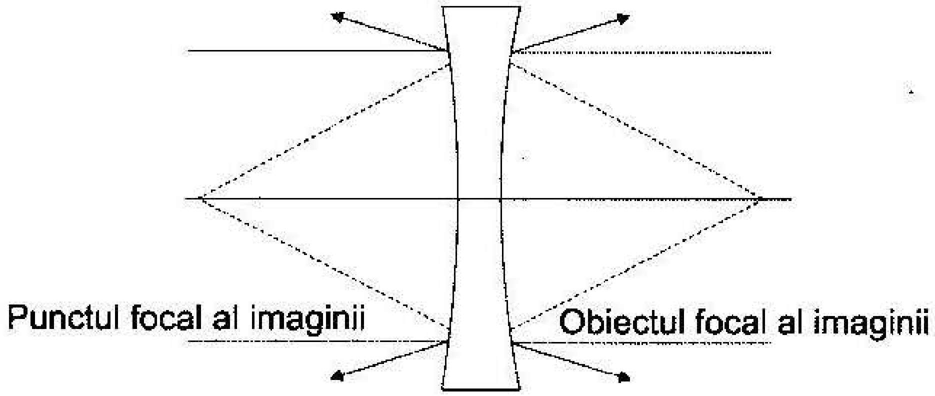
1. Lentila biconcavă simetrică (raze de curbură egale).
2. Lentila biconcavă asimetrică (raze de curbură inegale).
3. Lentila plan-concavă.
4. Lentila convex-concavă sau menisc negativ (centre de curbură de aceeaşi parte a lentilei). Această lentilă este folosită şi ca lentilă de ochelari.

Un fascicul de lumină emis de o sursă luminoasă aşezată la infinit este format din raze paralele. Dacă acestea ating suprafaţa unei lentile convergente, numai raza care cade perpendicular pe mijlocul lentilei trece prin sticlă fără a fi abătută. Toate celelalte raze sunt refractate şi cu atât mai puternic cu cât înclinarea razei faţă de suprafaţa lentilei este mai mare. Deci, cel mai mult sunt refractate razele marginale deoarece ele cad mai înclinat pe regiunile extreme ale suprafeţei decât în porţiunile centrale ale lentilei.

În spatele lentilei, toate razele converg, adică se întâlnesc aproape într-un singur punct, numit *focar*. În acest punct se adună, de exemplu, razele de lumină şi de căldură care sunt emise de soare dând o imagine foarte mică şi caldă a soarelui. Materialele uşor inflamabile cum este de exemplu hârtia se aprind în acest „focar”. Distanţa de la focar la lentilă este *distanţa focală* (Fig.14)


Razele luminoase
Punctul de focalizare
Punct focal obiect
Punct focal imagine

Lentilă convexă


Punctul focal al imaginii
Obiectul focal al imaginii

Lentilă concavă

Fig. 14 Focalizarea luminii printr-o lentilă convergentă si divergentă

Se deosebesc:

a) lentilele puternic bombate, cu distanța focală mică. Razele converg la o distanță mică de lentilă.

b) lentilele puțin bombate, cu distanță focală mare. Razele converg la o distanță mare de lentilă. Distanța focală este aceea care determină scara imaginii în raport cu obiectul. Cu cât distanța focală este mai mare, scara imaginii este mai mare. Lentilele cu distanță focală mică reproduc un câmp mare, însă la o scară foarte mică, lentilele cu distanță focală mare reproduc un câmp mic, însă la o scară relativ mare.

O lentilă oricât de bine ar fi prelucrată nu va da niciodată o imagine perfectă. Se spune că imaginea prezintă *aberații*. O parte din aceste aberații pot fi înlăturate sau cel puțin corectate. Corecțiile se obțin prin gruparea lentilelor, precum și prin modificarea formei suprafețelor active ale lentilei. Un rol important revine și compoziției sticlelor, din care se prelucrează lentilele. Deoarece schema optică și forma lentilelor poate fi aflată cu ușurință, prin demontarea unui obiectiv, fabricanții au o mare grijă în păstrarea secretului tehnologiilor de obținere a sticlelor. După felul în care se manifestă, aberațiile se pot împărți în două mari grupe: aberații geometrice și cromatice. Multe din aceste aberații se datoresc faptului că lentilele, care se pot prelucra pe cale industrială, sunt cele sferice. Aceste aberații nu se pot elimina decât prin prelucrarea sub o altă formă a suprafețelor. Așa au apărut lentilele asferice (Fig.15). Aceste sisteme optice asferice, plus sticla obținută prin tehnologii superioare(cu dispersie redusă),vor asigura focalizarea mai exactă a tuturor lungimilor de undă, obținându-se imagini cu o claritate ridicată, și o redare mai bună a culorilor.

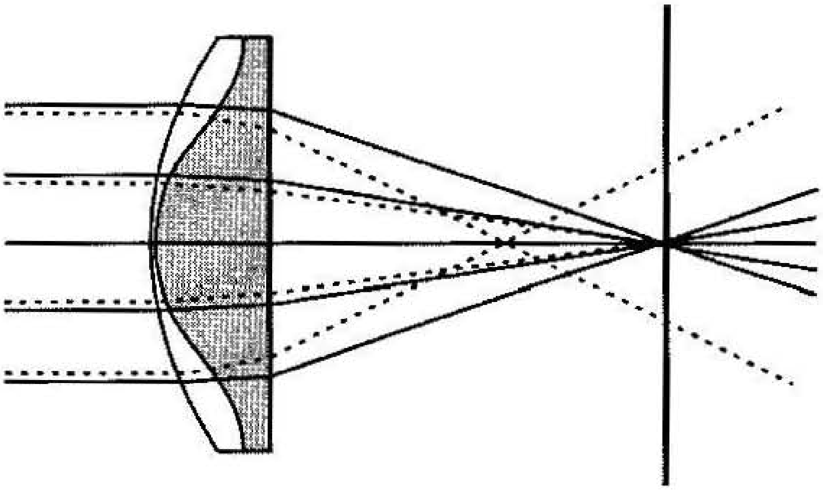


Fig.15 Lentila asferică

Aberaţia de sfericitate - se datorează faptului că razele marginale (paralele cu axa optică a lentilei) sunt focalizate diferit faţă de cele care trec prin centrul lentilei. Imaginea unui punct este de fapt un punct înconjurat de o aureola (Fig16).

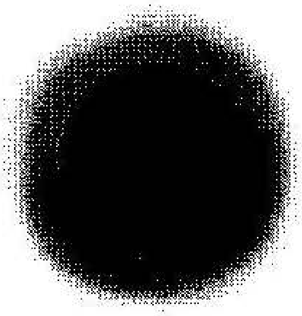


Fig.16

Prin necorectarea intenţionată a unei părţi din aberaţia de sfericitate se realizează obiectivele pentru flux artistic (soft focus sau weichzeichner).

Coma - este un efect datorat aceloraşi cauze care produc şi aberaţiile de sfericitate. Deosebirea provine de la faptul că, razele marginale neparalele cu axa optică, ce trec prin lentile, intersectează planul imaginii la înălţimi diferite faţă de razele ce trec prin centru. Datorită acestei aberaţii imaginea unui punct situat spre marginea formatului, prezintă o aureolă excentrică, astfel că imaginea unui punct seamănă cu coada unei comete (Koma = virgulă, germ) (Fig17).

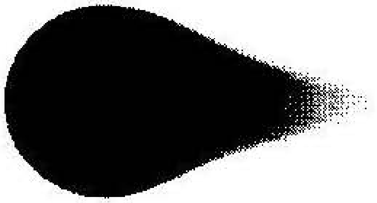


Fig.17

Curbura de câmp (aplanetismul) - aberaţia constă în faptul că imaginile unor puncte foarte îndepărtate situate excentric faţă de axa optică nu se formează în planul focal, ci se situează pe o curbă cu concavitatea spre lentilă. Deci imaginea dată de obiectiv nu se formează într-un plan, ci pe o suprafaţă curbă.

Distorsiunea - imaginea unui dreptunghi apare cu laturile curbate. Când laturile sunt curbate în interior (efect de pernă) (Fig.18a), avem distorsiune pozitivă, iar când laturile dreptriunghiului sunt curbate în exterior, distorsiunea este negativă (efect de butoi) (Fig.18b).

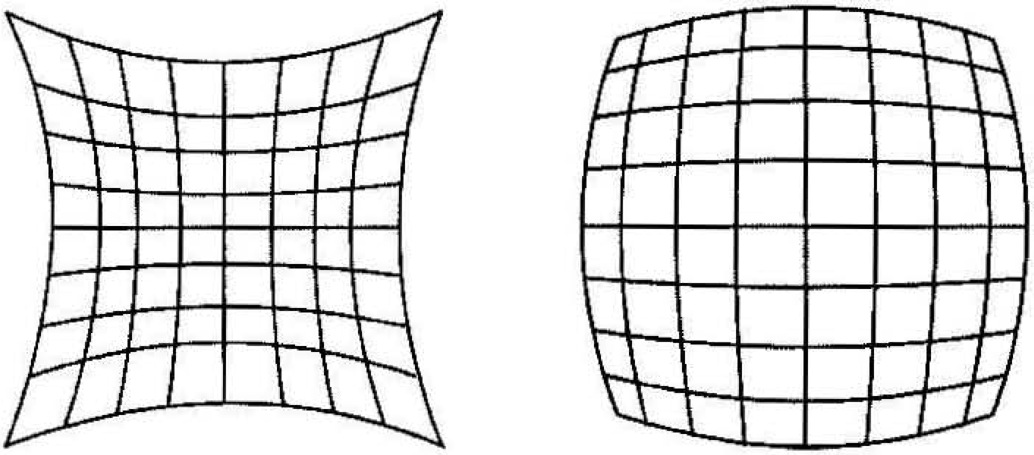


Fig. 18 a. Distorsiune pozitivă; b. Distorsiune negativă

Astigmatismul (lipsa de punctualitate) - este aberaţia produsa de focalizarea diferită a razelor verticale faţa de cele orizontale. Astigmatismul reprezintă aberaţia cea mai greu de corectat, ea fiind cea care a împiedicat, la începuturile fotografiei, realizarea unor obiective cu luminozitate mai mare de 1:8.

Aberaţia cromatică - razele de culori diferite sunt focalizate la distanţe diferite; astfel razele cu lungime de undă mai mică, ce au energie mai mare, vor fi refractate mai puternic şi vor fi focalizate mai aproape de lentilă în comparaţie cu razele cu lungime de undă mai mare. Ca efect, în cazul luminii albe (care este un amestec de lumini colorate) conturul elementelor imaginii poate să apară colorat. Prin combinarea lentilelor convergente cu cele divergente se pot elimina în mare măsură aberaţiile cromatice; totuşi corecţiile cromatice nu pot fi făcute pentru întregul spectru cromatic. Cele mai multe obiective (cele acromate) au o corecţie cromatică exactă numai pentru două culori. Foarte puţine obiective, aşa-numitele obiective apocromate, sunt corectate pentru trei culori. Destul de multe la număr, aberaţiile, nu sunt cu adevărat supărătoare, decât atunci când cerinţele sunt cu totul deosebite: în fotografia de arhitectură, ştiinţifică, în fotografia publicitară.

Obiectivul

Obiectivele fotocinematografice se deosebesc după caracteristici geometrice, fotometrice, calitative şi constructive, elemente de care fotograful ar trebui să ţină cont în alegerea obiectivului pentru desăvârşirea viziunii sale artistice şi tehnice asupra imaginii.

Caracteristici geometrice sunt cele care definesc construcţia geometrică a imaginii: mărimea imaginii raportată la mărimea obiectului, încadratura obiectului, perspectiva geometrică, profunzimea câmpului de claritate. Caracteristicile geometrice ale obiectivelor sunt: distanţa focală, unghiul de cuprindere al câmpului imaginii şi deschiderea relativă.

Caracteristici fotometrice sunt cele care determină iluminarea imaginii în planul stratului fotosensibil (CCD), constituind unul din factorii ce definesc expunerea fotografică. Aceste caracteristici sunt: luminozitatea, transparenţa şi distribuţia iluminării în cadru.

Caracteristici calitative determină calitatea imaginii optice în planul stratului fotosensibil (CCD) şi se deosebesc după: criteriile de contrast, putere de rezoluţie, conturanţă şi caracteristică de transfer.

Aprecierea calităţii imaginii se bazează atât pe criterii subiective, bazate pe impresia vizuală, cât şi pe criterii obiective, bazate pe măsurători şi evaluări cifrice. Claritatea este o impresie generală pe care o resimte un observator la privirea unei imagini, referindu-se mai ales, la aprecierea redării cât mai corecte a conturului obiectelor la limitele dintre părţile luminoase şi întunecate.

Caracteristici constructive sunt cele care determină construcţia obiectivelor ca sisteme optice.

Din punct de vedere constructiv se întâlnesc obiective simetrice, semisimetrice şi asimetrice. Simetrice sunt obiectivele care faţă de diafragmă prezintă componente cu o simetrie perfectă; semisimetrice sunt cele care faţă de diafragmă prezintă acelaşi număr de componente, de acelaşi tip, dar care se deosebesc ca raze de curbura şi distanţe focale; asimetrice sunt obiectivele care faţă de diafragmă nu prezintă nici un fel de simetrie. Din punct de vedere al corijării aberaţiilor obiectivele pot fi de tipul *astigmat* sau *anastigmat*. Din grupa astigmatelor fac parte obiectivele necorijate faţă de astigmatism sau curbura astigmatică, pe când în grupa anastigmatelor se cuprind obiectivele corijate pentru toate tipurile de aberaţii. Alcătuirea obiectivelor moderne dintr-un număr de componente mai mare sau mai mic, de forme diferite, îmbinate prin lipire sau separate prin intervale de aer, este rezultatul corijării aberaţiilor în funcţie de caracteristicile geometrice, fotometrice şi calitative impuse fiecărui tip de obiectiv. Un obiectiv fotografic este format dintr-o lentila convergenta (pozitivă) sau, mai adesea, dintr-un sistem de mai multe lentile, dintre care unele pot fi divergente, astfel combinate încât să-şi anuleze reciproc defectele, rezultând însă un sistem convergent în ansamblu.

Rezoluţia, sau puterea de rezoluţie

Puterea de rezoluţie constituie un criteriu pentru aprecierea vizuală a capacităţii obiectivului de a reda în imagine cele mai mici detalii ale obiectului fotografiat. Puterea de rezoluţie se măsoară prin numărul de linii de egală grosime/milimetru, o linie fiind egală cu două benzi succesive, una albă şi una neagră. Ochiul omenesc poate distinge două puncte situate unghiular la aproximativ un minut de arc. Ţinând seama că un ochi normal se poate acomoda la o distanţă minimă de cca. 25 cm rezultă pentru această distanţă o rezoluţie a ochiului de aproximativ 15 linii pe milimetru. La distanţe mai mari rezoluţia ochiului scade în mod corespunzător, fiind de exemplu de aproximativ 7,5 linii/milimetru la distanţa de 50 cm, ş.a.m.d. Faţă de rezoluţii mai mici decât cea corespunzătoare ochiului manifestăm o nemulţumire crescândă odată cu scăderea rezoluţiei. Ochiul nu se declară mulţumit decât cu rezoluţii, care depăşesc propria lui rezoluţie. Pe de altă parte, ochiul nu poate aprecia la justa sa valoare o rezoluţie care îl depăşeşte. Astfel se explica de ce două copii prin contact după un film de format mic (ştraifuri), una după un negativ cu o rezoluţie fotografică de 20 de linii/mm., şi altă după un negativ de 90 de linii/mm., sau două imagini 10/15 cm una făcută cu un aparat de 6 MP, şi alta cu un aparat de 16 MP privite cu ochiul liber ni se par ambele la fel de clare.

În general nu trebuie să devenim fanaticii rezoluţiei. De obicei ne putem mulţumi cu rezoluţii mult mai modeste. Să nu uităm că imaginea la televizor are o rezoluţie de numai cca. 600 de linii, repartizate nu pe un milimetru, ci pe toată lăţimea ecranului. Dacă este vorba de un televizor de mici dimensiuni având lățimea imaginii de 30 de cm. rezoluția va fi de două linii pe milimetru. Cu cât ecranul va fi mai mare rezoluția va fi mai mică, fiind compensată printr-o distanță mai mare de privire. Determinarea practică a rezoluției se face prin fotografierea, în anumite condiții, a unei imagini speciale numită miră de rezoluție, cu ajutorul căreia putem determina puterea de rezoluție a unui obiectiv. Determinarea vizuală a puterii de rezoluție este foarte utilă pentru aprecierea calității imaginii. Pentru obiectivele obișnuite puterea de rezoluție vizuală maximă poate ajunge pană la 250 linii/mm. Emulsiile fotografice prezintă o putere de rezoluție sensibil mai mică decât cea a unui obiectiv bine corijat, astfel puterea de rezoluție fotografică este mai mică decât cea a obiectivului și a materialului fotosensibil, privite separat.

Definiția este un criteriu subiectiv, mai cuprinzător, ce se referă la aprecierea fidelității imaginii față de obiect sub toate aspectele ei: claritatea conturului, redarea celor mai mici detalii, precum și a contrastului.

Contrastul imaginii

Obiectele din natură prezintă o infinitate de tonalități, de luminanțe și culori, pe care obiectivul trebuie să le redea în imagine cât mai fidel. Din punct de vedere tonal, obiectele și imaginile lor se diferențiază prin contrast. Contrastul obiectului se caracterizează prin intervalul luminanțelor, reprezentând raportul dintre luminanța minimă și luminanța maximă. În natură intervalul luminanțelor este foarte variat, ajungând uneori pană la raportul de 1:10.000. Datorită fenomenelor de reflexie și de difuzie a luminii în obiectiv, contrastul imaginii va fi întotdeauna mai mic decât contrastul obiectului, micșorare determinată de cantitatea de lumină difuză, parazită, care acoperă întreaga suprafață a imaginii sub forma unui voal. Tratarea lentilelor cu straturi de interferență antireflectante constituie metoda de bază pentru reducerea luminii difuze și îmbunătățirea contrastului imaginii. Surse importante de lumină difuză sunt zgârieturile și deteriorările mecanice ale suprafețelor lentilelor, particule de praf, vapori de apă, pete de grăsimi, calitatea și acuratețea filtrelor. De aceea obiectivul, filtrele sau alte piese optice introduse în circuitul formării imaginii trebuie să se bucure de o acuratețe deosebită.

Tratarea multistrat (multikoated lens)

Se ştie că lumina ce cade pe suprafaţa de separare dintre două medii transparente având indici de reflecţie diferiţi suferă efecte importante (neglijând absorbţia).O parte din lumină se va reflecta întorcându-se în mediul din care a venit, iar altă parte va pătrunde în celălalt mediu, suferind o deviere de la direcţia iniţială, adică se va reflecta. Reflexia luminii de pe suprafeţele lentilelor din componenţa obiectivelor constituie un fenomen supărător din două motive:

- razele reflectate se „pierd" din lumina ce trebuie să ajungă pe peliculă sau(CCD),
- o parte din aceste raze se pot întoarce printr-o nouă reflexie ajungând din nou pe suprafeţele lentilelor(o parte trecând prin lentilă iar alta reflectându-se din nou) luând naştere aşa zisele reflexii multiple. Lumina datorată acestor reflexii ajunge pe suprafaţa filmului sub forma unor imagini „fantomă", ce înrăutăţesc imaginea micşorând contrastul şi deteriorând fineţea detaliilor.

Până la descoperirea tratamentului antireflex obiectivele nu prezentau o transparenţă mai mare de 60%, restul de 40% din energia luminoasă pierzându-se prin reflexii parazitare pe numeroasele suprafeţe aer-sticlă, diminuându-se astfel în mod simţitor şi contrastul imaginii, după cum sa arătat mai sus. Din aceasta cauză obiectivele, în special cele ultraluminoase, şi-au putut dovedi calităţile reale abia în urma tratamentului antireflex multistrat, care ridică transparenţa lor la peste 95%. Procedeul de tratare antireflex constă în depunerea pe fiecare din suprafeţele de contact cu aerul ale lentilelor obiectivului a unei pelicule transparente având o irizaţie uniformă de nuanţă albastră-violacee uneori purpurie. Această irizaţie denotă că lentilele acestea sunt tratate antireflex multistrat pentru diverse lungimi de undă cu scopul uniformizării transparenţei obiectivului pe toată întinderea spectrului vizibil. În acest sens, perfecţionarea tehnologiilor de depunere a peliculelor interferenţiale din ultimii ani a permis realizarea tratării multistrat cu pelicule de mare rezistenţă.

Prin tratarea cu trei straturi coeficientul de reflexie a scăzut considerabil. Tratarea multistrat a ajuns astăzi pană la a acoperi cu şapte straturi corespunzătoare celor şapte culori convenţionale ale spectrului vizibil, capabilă de a reduce cantitatea de lumină reflectată de pe suprafața fiecărei lentile pană la 0,2%. Este evident că reducerea pană la un asemenea nivel al luminii reflectate din interiorul obiectivului determină în mod corespunzător reducerea cantității de lumină difuză, implicit creşterea contrastului imaginii, precum şi reproducerea corectă a culorilor. Procedeul a fost pus la punct în preajma celui de al II-lea război mondial şi este astăzi generalizat, el fiind aplicat chiar la obiectivele unor aparate foarte modeste, la binocluri, la aparate de proiecție, ochelari, etc.

Distanța focală a obiectivului

Distanța focală a obiectivului este distanța măsurată de la planul principal imagine pană la planul focal imagine (Fig.19). Deoarece în orice condiții de fotografiere sau de filmare distanța focală determină mărimea imaginii în raport cu mărimea şi poziția obiectului, aceasta constituie una dintre caracteristicile fundamentale ale oricărui obiectiv. De aceea distanța focală, considerată în milimetri, este marcata pe montura oricărui obiectiv. Uneori în practica foto şi cinematografică se obişnuieşte clasificarea obiectivelor în funcție de distanța focală. Fără precizarea formatului, la care obiectivele sunt utilizate, o asemenea clasificare este nesemnificativă, deoarece distanța focală determină numai mărimea absolută a imaginii în raport cu obiectul, fără a indica ce suprafață din cadru ocupă această imagine. Acest factor este foarte important deoarece, senzația vizuală ce apare la privirea unei imagini este determinată nu de mărimea absolută a acesteia, ci de mărimea ei relativă raportată la mărimea cadrului. Astfel imaginea unui obiect, care ocupă întreaga suprafață a cadrului, creează senzația privirii de aproape a respectivului obiect, pe când aceeaşi imagine, obținută cu aceeaşi distanță focală pe un format mai mare se obține într-o încadratură mai largă ce creează senzația că obiectul ar fi privit de la o distanță corespunzător mai mare. Din cele de mai sus rezultă că din punct de vedere al percepției vizuale sunt echivalente numai obiectivele ale căror unghiuri de cuprindere sunt egale indiferent de mărimea formatului imaginii, deoarece numai în asemenea condiții imaginile aceloraşi obiecte se vor obține în aceeaşi încadratură, deci vor avea o construcție geometrică echivalentă. În concluzie, o clasificare corectă a obiectivelor trebuie făcută nu în funcție de distanța focală, ci de mărimea unghiului de cuprindere. Această clasificare se raportează la un obiectiv normal, de obicei standardizat, cu care este dotat de obicei orice aparat fotografic.

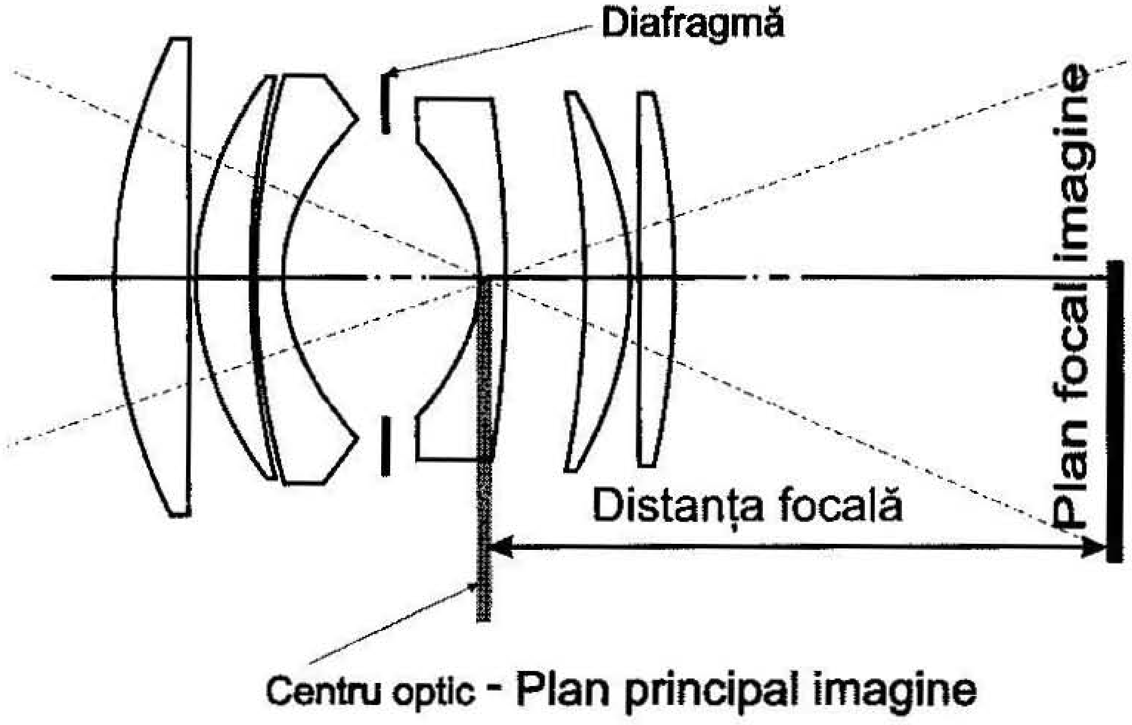


Fig. 19 Distanța focală a unui sistem optic

În această concepție obiective *normale* trebuie considerate cele ale căror unghiuri de cuprindere sunt aproximativ egale cu unghiul optim perspectiv al ochiului, respectiv în jur de 28° în sens vertical și 37° în sens orizontal. În clasificarea empirică obiectivele fotografice normale sunt considerate cele ale căror distanțe focale sunt aproximativ egale cu diagonala fotogramei. În realitate însă, distanța focală normală este mai mare decât diagonala

Obiectivele cu unghiuri de cuprindere mai mari decât cele normale se numesc *grandangulare*, iar cele cu unghiuri de cuprindere foarte mari *superangulare*.

În mod corespunzător obiectivele cu unghiuri de cuprindere mai mici decât normale sunt considerate obiective long-focale, cele cu unghiuri de cuprindere foarte mici primind denumirea de *teleobiective*.(Fig.20)

Tot după efectul obținut obiectivele superangulare ale căror unghiuri se apropie de 180° se numesc ochi de pește (fish-eye), iar teleobiectivele cu unghiuri foarte mici ce tind spre 1° poartă denumirea de superteleobiective. Când unghiul de cuprindere ajunge la 180° distanța focală ar trebui să fie nulă - soluție practic ireală. Această problemă se soluţionează printr-o construcţie specială de tipul teleobiectivului inversat, după care la ora actuală sunt construite toate obiectivele superangulare destinate aparatelor cu sisteme de vizare reflex.

Revenind la problema distanţelor focale, rezultă că un obiectiv normal pentru un anumit format devine grandangular pentru un format mai mare sau teleobiectiv pentru un format mai mic. Reamintim faptul că orice obiectiv este corijat pentru un anumit format, practic acesta neputând fi utilizat pentru formate mai mari din motivele înscrierii diagonalei fotogramei în limitele diametrului câmpului util. În schimb orice obiectiv poate fi folosit pentru formate mai reduse, în acest caz utilizându-se zona centrală a câmpului util. Se precizează însă, că nu pot fi utilizate obiective destinate formatelor mari (9 x 12, 18 x 24) pentru formatul de 24 x 36 mm sau pentru formate cinematografice, deoarece gradul de corijare al acestora este mai scăzut şi pierderile de calitate în imagine devin inadmisibile. Prin urmare se recomandă ca orice obiectiv să fie utilizat numai la formatul pentru care este destinat. Mărimea imaginii este direct proporţională cu distanţa focală şi invers proporţională cu distanţa până la obiectul considerat, deci rezultă că imaginea este de atâtea ori mai mică decât obiectul, de câte ori distanţa focală se cuprinde în distanţa până la obiect.

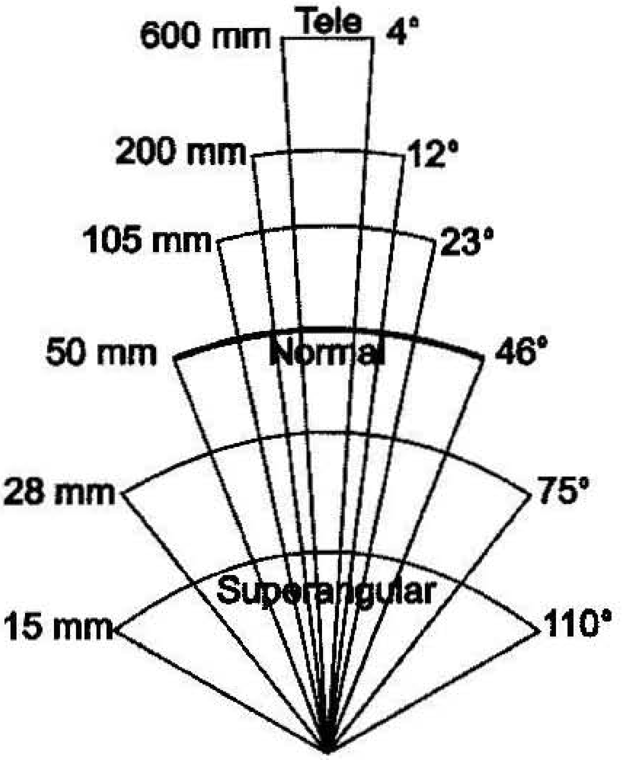


Fig. 20 Împărţirea obiectivelor în funcţie de distanţa focală

Obiective cu distanță focală variabilă - transfocatoare (obiectivele zoom)

Cu ajutorul unui sistem mecanic, care permite deplasarea unora dintre lentilele componente ale unui obiectiv în raport cu altele, se poate realiza un sistem a cărui distanță focală se poate varia continuu în limite foarte largi (1:5 şi chiar peste), rezultând astfel un aşa-numit transfocator sau obiectiv zoom. Transfocatoarele au fost utilizate inițial în cinematografie şi televiziune, ele putând înlocui mişcarea camerei de luat vederi în timpul filmării pentru crearea impresiei de apropiere sau îndepărtare a subiectului, aşa-numitul traveling. Efectul este oarecum diferit de cel realizat prin traveling, la utilizarea transfocatorului perspectiva imaginii neschimbându-se, punctul de stație fiind fix. Utilizând un transfocator a cărui distanță focală mijlocie este egala cu diagonala formatului, prin mărirea distanței focale se ajunge la un teleobiectiv, iar prin micşorarea ei la unsuperangular. Odată cu variația distanței focale variază continuu şi unghiul de cuprindere, care poate fi astfel adaptat la orice situație (în limitele de variație posibile). Sistemul este comod doar utilizând un aparat cu vizare prin obiectiv. Astăzi se poate spune că mai toate aparatele digitale destinate amatorilor sunt echipate cu obiective zoom. Pentru ca procesul fotografic să se desfăşoare cât mai comod, constructorii de obiective au început demult să impună pe piața fotografică o gamă foarte bogată de obiective cu distanță focală variabilă cu o plajă din ce în ce mai mare, 35 - 350 mm, 18 - 200 mm, 200 - 400 mm etc.

Vizorul

Sistemul de vizare a devenit la un moment dat criteriul principal de clasificare a aparatelor fotografice deoarece utilizarea unuia sau altuia determină soluții constructive complet diferite şi pentru celelalte subansambluri ale aparatului. Aici putem distinge:

a) Aparatele „oarbe", la care încadrarea imaginii se face exclusiv cu ajutorul vizorului. Progresul tehnic a permis o punere la punct precisă, cu telemetrul, ca şi cuplarea mecanismelor de telemetrare şi de punere la punct.

b) Aparatele care „văd", la care punerea la punct se face pe un geam mat folosind dispozitive care reflectă fascicolul de raze ce trec prin obiectiv. Progresul tehnic a permis obținerea pe geamul mat a unei imagini neinversate și vizarea directă a subiectului de fotografiat.

Scurt istoric

1. Vizorul cu vizare directă

Dacă suntem nevoiți să facem din mână o fotografie instantanee cu un aparat cu geam mat, atunci aparatul trebuie să fie pus la punct în prealabil, iar geamul mat să fie schimbat cu caseta conținând pelicula foto sensibilă. Prin această operație însă aparatul devine orb (Fig. 21).

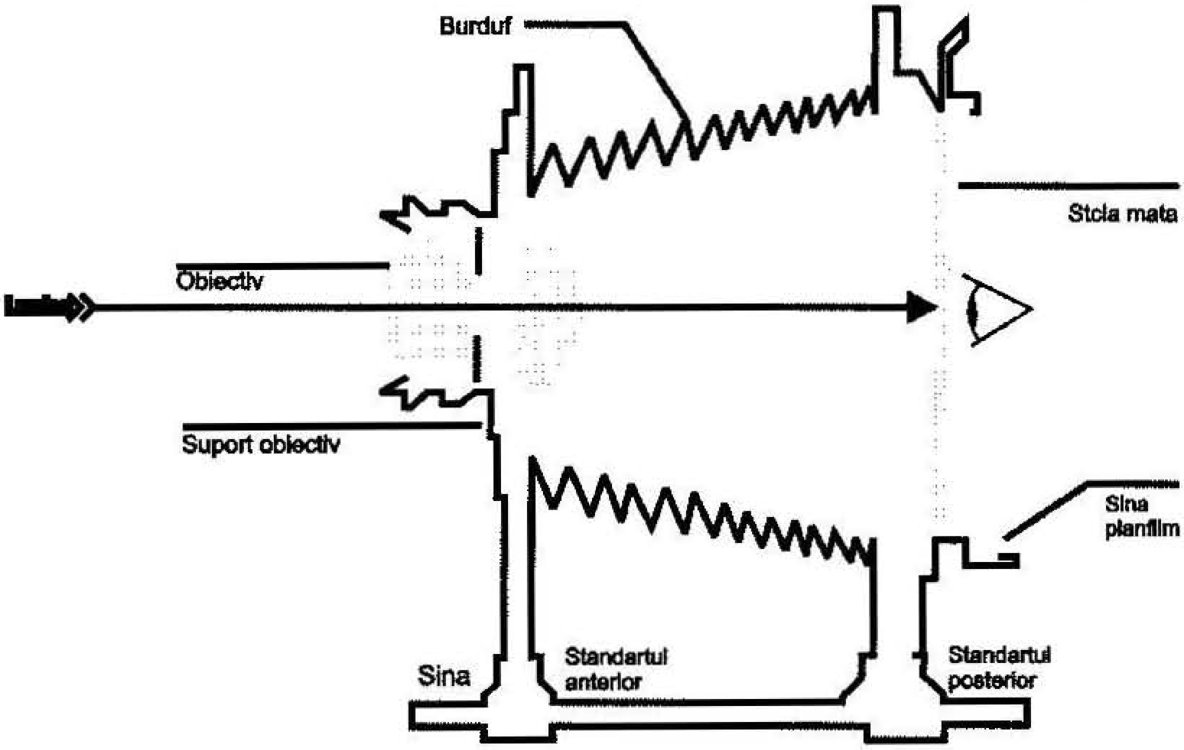


Fig. 21 Aparat „Large format" cu vizare directă

Înlăturarea acestui incovenient se realizează prin intermediul vizoarelor care permit delimitarea subiectului ce urmează a fi fotografiat. Acestea sunt de două feluri: cu vizare directă și reflex. Vizoarele cu vizare directă înlocuiesc geamul mat. Cel mai simplu și mai sigur dintre toate vizoarele este vizorul *cadru sau iconometrul*, care nu are nici un fel de sistem optic. El se compune din două părți. Prima parte este un cadru rabatabil de mărimea formatului cadrului de expunere. El este prins de montura obiectivului și se deplasează împreună cu obiectivul. Partea a doua este dioptrul, o bucata mică de tablă prevăzută cu un orificiu prin care se vizează; dioptrul este de asemenea rabatabil şi este fixat pe peretele cutiei aparatului. Când se vizează obiectul prin orificiul dioptrului încadrarea imaginii se face cu ajutorul cadrului metalic. Unghiul vizual al vizorului-ramă corespunde exact cu cel al obiectivului, deoarece cadrul se depărtează de dioptru împreună cu obiectivul, atunci când se măreşte extinderea burdufului, sau execută aceleaşi mişcări când obiectivul se deplasează în sus sau în jos. Acesta este marele său avantaj. Din cauza mărimii şi rigidităţii sale, vizorul cadru se poate folosi numai la aparatele pliante, în interiorul cărora intră atunci când acestea se închid. La aparatele cu cutie fixă el se înlocuieşte printr-un cadru mai mic sau printr-un vizor Newton. D.

2. **Vizorul Newton** sau vizorul lunetă reprezintă o lunetă Galilei inversată şi se compune de asemenea din două părţi: cadrul în care este montată o lentilă divergentă plan-concavă şi dioptrul. Spre deosebire de vizorul-cadru, vizorul Newton este un vizor cu vizare directă prevăzut cu un sistem optic. În faţa lentilei divergente se formează o imagine foarte mică, dreaptă şi virtuală a subiectului vizat. Lentila trebuie să fie astfel aleasă încât să corespundă exact cu unghiul de poză al obiectivului şi cu dimensiunile imaginii încadrate de aparatul propriu-zis. Din cauza imaginii foarte mici, distanţa dintre lentilă şi dioptru se reduce la minimum. De aceea dioptrul are un orificiu foarte mic care se înlocuieşte uneori cu o lupă astfel ca să se mărească imaginea virtuală. Imaginea formată se aseamănă cu imaginea văzută, când se priveşte invers printr-un binoclu cu prisme.

3. **Vizorul Albada** al firmei Zeiss-Ikon este un vizor Newton îmbunătăţit. Pe partea dinspre lentilă dioptrul are vopsit un cadru într-o culoare deschisă. Aceasta se reflectă pe suprafaţa interioară a lentilei divergente care este semiargintată. Lentila proiectează în ocular linia albă a cadrului dioptrului în aşa fel încât acesta apare ca o limitare plastica a câmpului vizual chiar la nivelul subiectului. Ochiul cuprinde în acelaşi timp imaginea clară a subiectului şi limitarea lui prin linii albe. Câmpul vizual folosit de aparat apare încadrat în linii albe (în multe cazuri, în linii negre). Un mare avantaj îl constituie faptul că subiectul poate fi observat şi în afara limitei încadrate de liniile albe sau negre, lucru necesar pentru fotografierea obiectivelor în mişcare rapidă, de exemplu la fotografiile sportive. Din această cauza acest vizor se numeşte şi vizor-sport.

4. **Vizorul reflex** este un aparat foto în miniatură. El este format dintr-o mică lentilă convergentă, cu o oglindă care reflectă imaginea în sus şi un geam mat pe care se proiectează imaginea, în limitele unghiului vizual corect. Acest vizor-reflex este foarte ieftin dar are şi multe defecte. O mare parte din razele care trec prin lentilă se pierd până la geamul mat şi din aceasta cauză imaginea este foarte întunecoasă. În afară de aceasta, din cauza luminii zilei, care cade direct pe geamul mat, imaginea apare aşa de slabă încât abia se distinge, cu atât mai mult cu cât dimensiunile ei sunt şi aşa destul de mici. Din motivele de mai sus vizorul-reflex, se foloseşte numai la aparatele Box cele mai ieftine. Acest vizor a fost oarecum îmbunătăţit prin înlocuirea geamului mat cu o lentilă plan-convexă. Lentila frontală este astfel aleasă încât să dirijeze imaginea spre privirea fotografului. Astfel se formează o imagine luminoasă şi clară, o imagine strălucitoare (brilliant), dreaptă, dar inversata lateral. Imaginea, deşi mică, este foarte precisă şi clară. Pentru a îmbunătăţi şi mai mult imaginea vizorului-luminos (Brillant) se folosesc lupe care se fixează pe vizor. Imaginea apare astfel mărită şi mai clară, întrucât lumina laterală este înlăturată în cea mai mare parte. Lupele mai au un alt avantaj. Aparatul prevăzut cu lupă trebuie apropiat de ochi şi prin ridicarea lui la o înălţime mai favorabilă se evită perspectiva fotografiilor luate de la un nivel prea jos. Câmpul vizual delimitat de vizorul-luminos diferă uneori apreciabil de acel redat de obiectiv. La fotografiere trebuie să fie luate în considerare mărimea şi direcţia eventualelor abateri constatate ţinând seama, în plus, şi de faptul ca laturile obiectului apar inversate în vizor.

Cu timpul tehnica a evoluat iar principiul de vizare reflex cu oglindă, a fost cu succes folosit la construirea aparatelor de format mediu (6x6, 6x4.5 cm). Astfel a apărut aparatul *reflex biobiectiv*, (Rolleiflex) devenind un clasic în categoria sa. (Fig. 22)

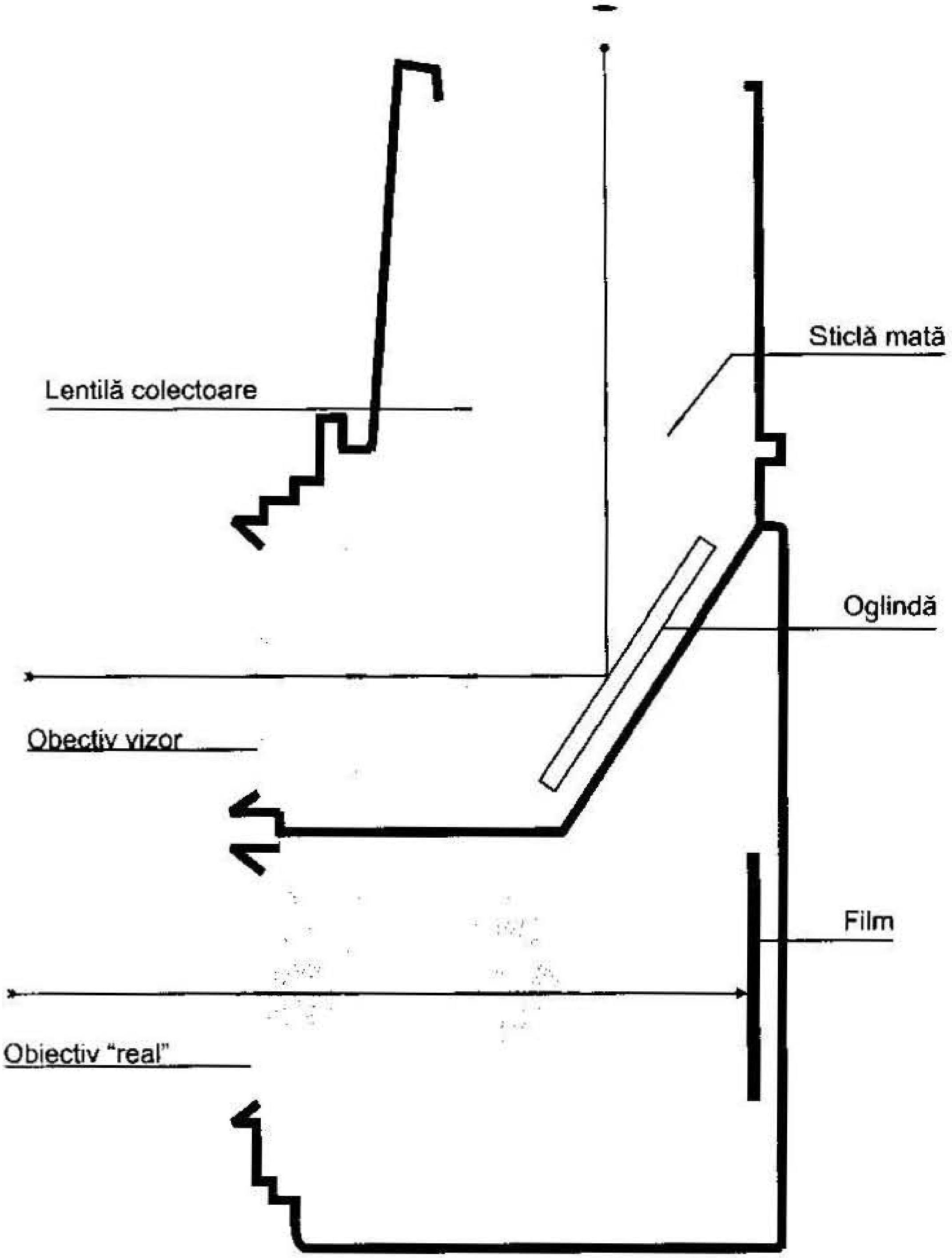

Sticlă mată
Lentilă colectoare
Oglindă
Obectiv vizor
Film
Obiectiv "real"

Fig. 22 Aparatul reflex biobiectiv

5. Vizorul-telemetru (Rangefinder RF)

El funcţionează după acelaşi principiu ca şi vederea în relief. Subiectul se vizează de la distanţă prin două orificii anume lăsate pe cutia aparatului. Cu cât acestea sunt mai depărtate una de alta, cu atât direcţiile după care se priveşte subiectul sunt mai diferite, deci şi imaginile obţinute sunt cu atât mai deplasate una faţă de alta. Observatorul priveşte prin ocular şi printr-o oglindă argintată semitransparentă, aşezată sub un unghi de 45°. În faţă este fixat de obicei un geam colorat care face ca imaginea parţială, privită prin transparenţa, să apară de culoare gălbuie. (Fig.23)

La o distanţa de această oglindă semitransparentă, egală cu lungimea bazei telemetrului, se află o a două oglindă masivă, care în stare de repaus este aşezată tot sub un unghi de 45°. Oglinda masivă se poate roti fiind cuplată cu inelul de punere la punct al obiectivului. Acest inel se învârteşte astfel încât contururile ambelor imagini să se apropie şi, la un moment dat, se obţine suprapunerea lor perfectă, adică coincidenţa lor.

Această grupă de aparate, la care sistemul de vizare constituie o cale paralelă şi simultană în raport cu cea folosită efectiv pentru înregistrarea imaginii pe peliculă, sunt cunoscute sub denumirea prescurtata **RF** (Range Finder), care se referă la modul de măsurare şi vizare a distanţei. Problemele deosebite de construcţie sunt ridicate de existenţa unei erori de paralaxă (unghiul de cuprindere al vizorului şi al obiectivului nu se suprapun perfect, mai ales la distanţe mici, ceea ce face dificilă sau chiar aleatorie operaţia de încadrare, dacă aparatul nu este prevăzut cu un sistem optico-mecanic de corecţie a erorii de paralaxă). Un alt aspect important este că imprecizia acestui sistem creşte şi mai mult când se folosesc alte obiective decât cele cu care este corelat vizorul.

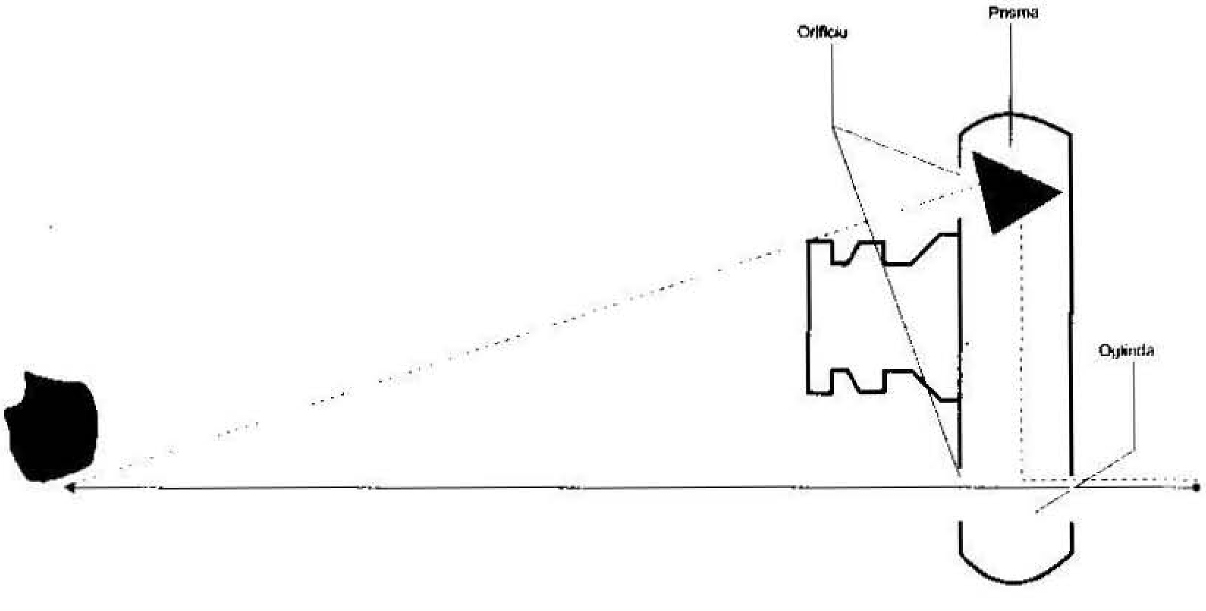


Fig. 23 Vizorul Telemetru - Rangefinder

Erorile vizoarelor cu vizare directă şi reflex

Toate vizoarele fixate rigid pe aparat, fie că sunt cu vizare directă, fie că sunt reflex, au două erori. Prima eroare este dată de diferenţa dintre unghiul de poză al obiectivului şi cel al vizorului la fotografiile luate de la foarte mică distanţa. Unghiul vizual al vizorului nu se schimbă. La fotografiile executate de aproape vizorul cuprinde din subiect mai mult decât ceea ce se înregistrează pe film. Al doilea defect se produce datorită poziţiei diferite a axelor optice ale vizorului şi obiectivului. Astfel, chiar la aparatele mici, axa vizorului este aşezată cu câţiva centimetri mai sus sau lateral faţă de cea a obiectivului. Existenţa diferenţei dintre imaginile redate de doua sisteme optice cu axe paralele se poate constata uşor în orice moment dacă se priveşte în aceeaşi direcţie, alternativ, când cu ochiul stâng, când cu ochiul drept. La obiectele apropiate se remarcă destul de bine diferenţa dintre imagini în timp ce la obiectele îndepărtate mica diferenţă devine neglijabilă. În fotografiile făcute de aproape imaginea dată de vizor apare deci deplasată apreciabil mai sus decât cea a fotografiei (sau lateral, după caz). Această lipsă de coincidenţă sau *eroare de paralaxă* devine apreciabilă abia la fotografiile luate la o distanţă mai scurtă de 4 m (Fig. 24). Paralaxa devine cu atât mai supărătoare cu cât subiectul este mai apropiat de aparat. Ea creşte proporţional cu distanţa dintre cele două axe optice. Din acest motiv paralaxa nu apare atât de pronunţată la aparatele mici ca la cele mari. Eroarea apare în mod tipic atunci când se fotografiază persoane în prim-plan care ajung aproape de limitele de sus ale imaginii. În acest caz, marginea de sus vizibilă în vizor nu mai apare în fotografie iar marginea de jos a fotografiei nu mai este vizibilă în vizor. Prin înclinarea vizorului în sens vertical se ajunge la coincidenţa ambelor imagini evitând astfel decalările dintre cele două imagini.

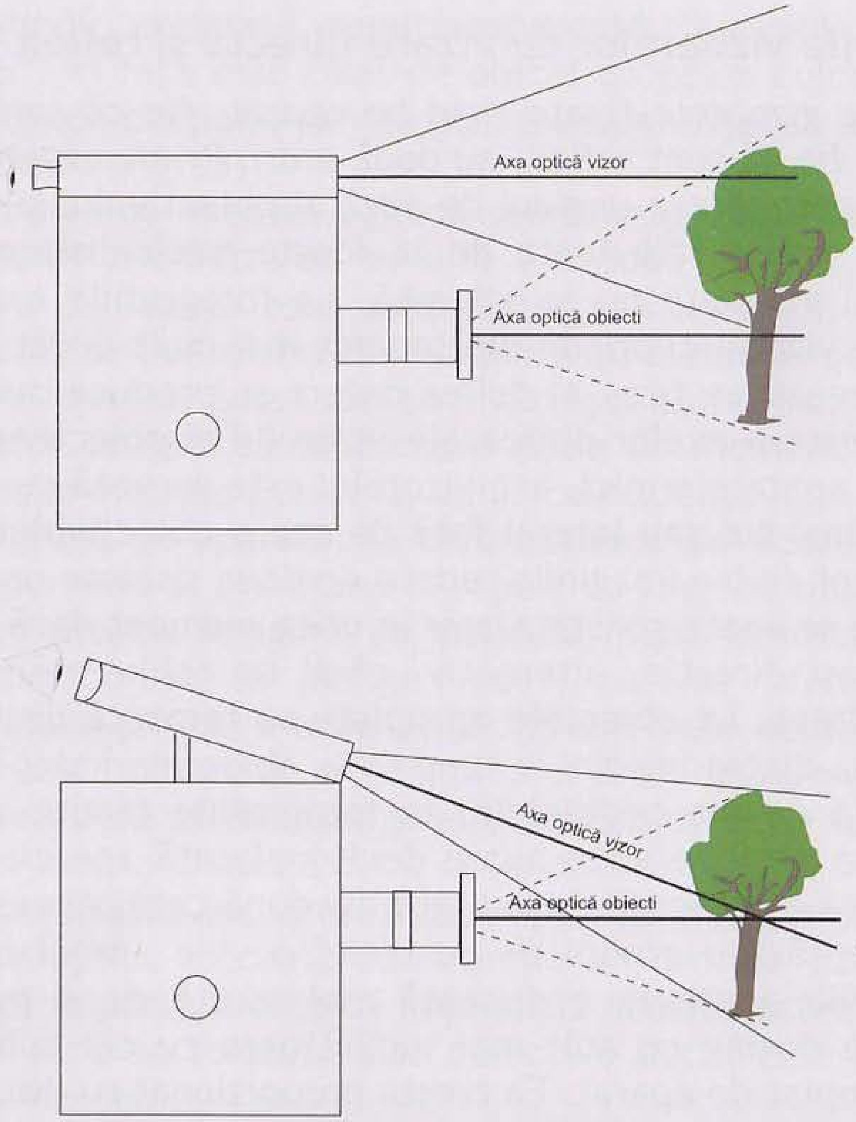


Fig. 24 Eroarea de paralaxă

6. Vizorul reflex monoobiectiv SLR (Single Lens Reflex)

Vizorul determină înfățișarea aparatului modern de tip îngust. Primul tip al aparatului Leica din 1912 nu avea vizor. Numai în momentul fotografierii se atașa un vizor pe cutia aparatului. Au trebuit să treacă treisprezece ani de muncă constructivă, până când a apărut în comerț aparatul Leica, având fixat pe el vizorul optic cu vizare directă. Astăzi cel mai răspândit sistem îl reprezintă aparatele cu un singur obiectiv. Problemele ridicate de acest sistem sunt deosebit de complexe și aflate într-o foarte strânsă interdependență, iar pentru rezolvarea lor au fost necesare eforturi tehnologice și de proiectare, care au determinat o evoluție extraordinară a industriei fotografice moderne. Deocamdată remarcăm, în opoziție cu sistemul de vizare al aparatelor de tip RF, că aparatele SLR sunt caracterizate printr-o eroare de "paralaxă" în timp (în sensul ca între momentul vizării și momentul fotografierii există un oarecare decalaj, fără să mai existe însă o eroare de paralaxă de câmp). În ceea ce privește compatibilitatea cu o gamă largă de obiective cu focale diferite aceasta este deplină.(Fig. 25a) În general sistemul de vizare al unui asemenea aparat cuprinde:

- oglindă rotitoare;
- geamul de vizare și lentila lui colectoare;
- pentaprisma;
- ocularul.

În timpul vizării imaginea furnizată de obiectiv este trimisă spre partea superioară a aparatului de o oglindă înclinată la 45° în raport cu axa optică.

Imaginea care se formează pa geamul de vizare este apoi redresată de pentaprismă și mărită de ocularul prin care poate fi văzută de operator. (Fig. 25b)

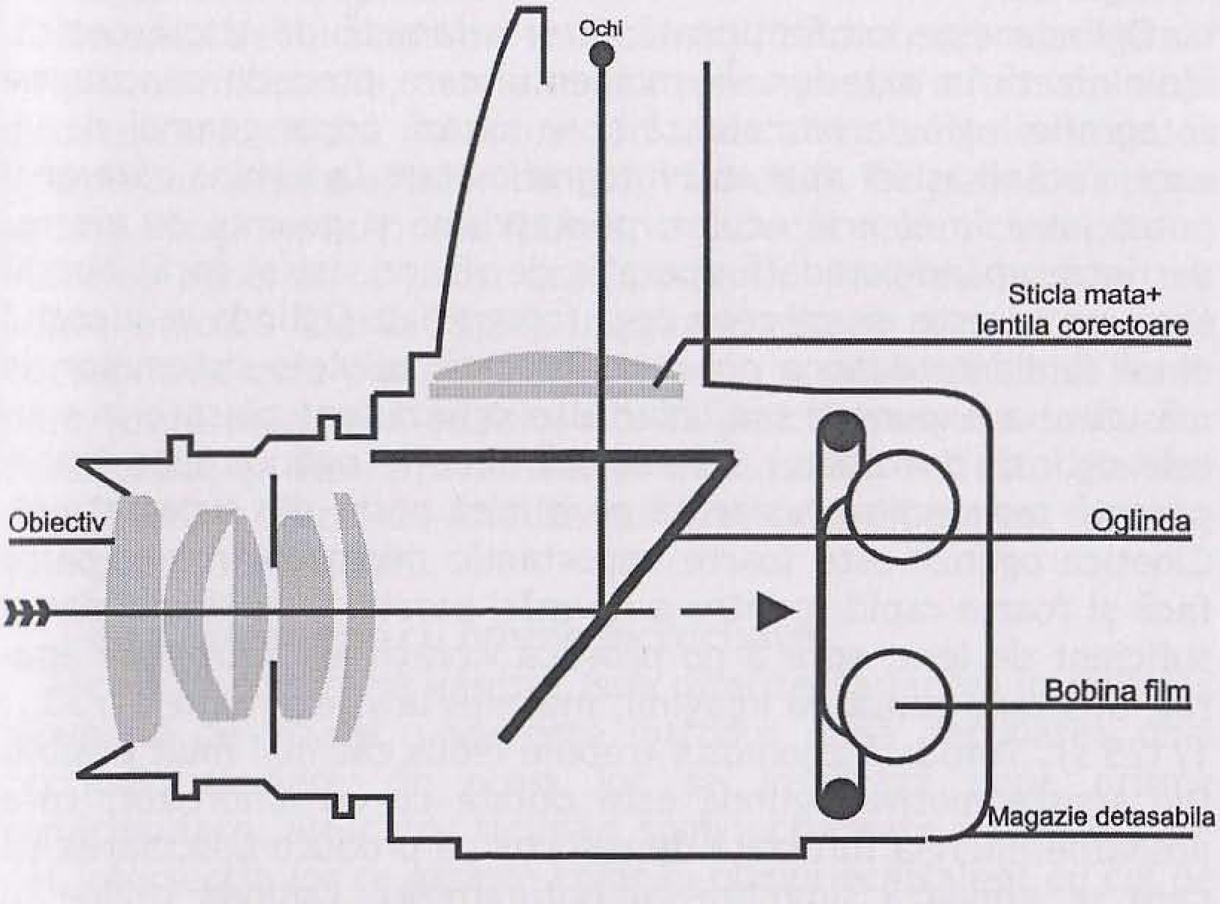

Ochi
Sticla mata+
lentila corectoare
Obiectiv
Oglinda
Bobina film
Magazie detasabila

Fig. 25a Aparatul reflex monoobiectiv (format mediu)

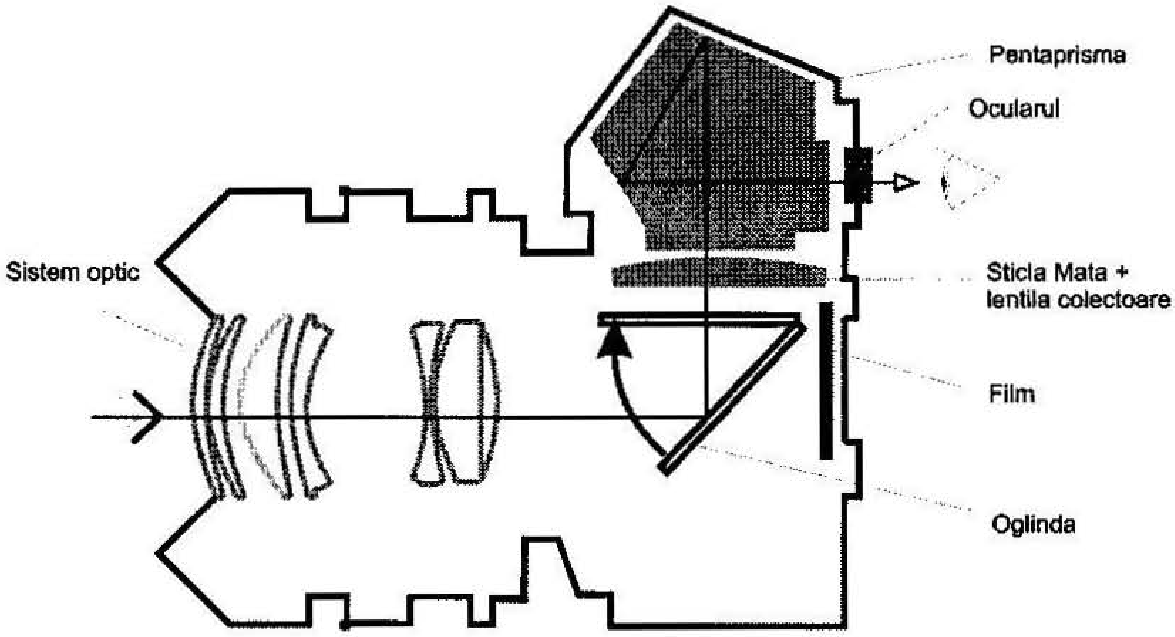


Fig. 25b Aparatul reflex monoobiectiv cu pentaprismă, vizorul SRL

Oglinda

Oglinda este confecționată dintr-o lamelă de sticlă optică, aluminizată la exterior. În momentul care precede executarea fotografiei oglinda basculează şi se aşează peste geamul de vizare, făcând astfel aparatul fotografic etanş la lumina care ar fi putut intra în el prin ocular, pentaprismă şi geamul de vizare, dar întrerupând totodată operația de vizare, astfel încât operatorul nu zăreşte exact ceea ce a fotografiat. Oglinda şi suportul ei nu sunt întotdeauna opace (câteodată celulele sistemelor de măsurare a expunerii sau chiar alte oglinzi sunt plasate în spatele oglinzii principale). În această situație oglinda este transparentă sau semitransparentă pe o mică parte din suprafața ei. Cinetica oglinzii este foarte importantă: mişcarea trebuie să se facă şi foarte rapid (pentru a nu mări paralaxa de timp), dar şi suficient de lent, spre a nu provoca vibrații ale întregului aparat, afectând calitatea imaginii, mai ales la viteze lente (1/30... 1/125 s). Totodată zgomotul trebuie redus cât mai mult posibil. Din aceste motive oglinda este dotată cu un amortizor, care absoarbe energia furnizată de resortul ce produce basculare a (şi care se armează simultan cu obturatorul). Oglinda revine în poziția inițială imediat după ce s-a încheiat funcționarea obturatorului. La unele aparate oglinda mobilă poate fi acționată manual printr-o comandă, care se află pe corpul aparatului. Oglinda basculantă rămâne ridicată până la o viitoare deblocare (manuală). Acest dispozitiv este de apreciat în câteva situații:

- când se întrebuinţează un obiectiv, a cărui parte posterioară s-ar putea ciocni de oglinda mobilă;
- pentru a atenua sensibil vibraţiile provocate de funcţionarea oglinzii, mai ales în cazul fotografiilor executate cu timp lung, sau cu teleobiective puternice.

Geamul de vizare, lentila colectoare

Atunci când oglinda se găseşte în poziția corespunzătoare vizării, imaginea se formează pe geamul de vizare (aflat la o distanţă echivalentă cu planul filmului). Astfel geamul de vizare este mult mai mult decât un simplu geam mat, a cărui imagine este întunecoasă. El este dublat pe toată suprafaţa de o lentilă plan-convexă numită colectoare, care are drept efect dirijarea razelor luminoase difuzate de geam, înspre pentaprismă. Fără această lentilă, din cauza înclinării razelor pe măsura ce se depărtează de zona centrală, luminozitatea imaginii s-ar diminua progresiv, de la centru către margini.

Rețea de microprisme

Reţeaua de microprisme este constituită dintr-un mare număr de prisme minuscule, care sunt juxtapuse pentru a forma o plajă circulară sau inelară (încercuind în acest ultim caz telemetrul cu prisme încrucişate aflat în centrul vizorului). Cu plaja de microprisme imaginea nu poate fi observată decât atunci când pe planul ales punerea la punct este perfectă. Punerea la punct se poate efectua foarte rapid, imaginea văzută prin reţeaua de microprisme este perfect clară, chiar în condiții de slabă iluminare (dacă obiectivul se foloseşte la deschiderea maximă), dar se întunecă şi devine inutilizabilă dacă obiectivul este diafragmat. Este un sistem de focalizare foarte eficient pentru suprafeţele plane, fără detalii.

Geam telemetric cu prisme încrucişate

Acest dispozitiv se găseşte (sub diferite variante) în mijlocul geamului de vizare, unde este introdus după decuparea unei porţiuni circulare; în acest loc se inserează două prisme semicirculare, ale căror înclinări sunt încrucişate în aşa fel, încât intersecţia lor se găseşte chiar în planul echivalent cu cel de punere la punct. Ansamblul constituit de cele două prisme se comportă ca un telemetru clasic a cărui precizie depinde de unghiul prismelor. Fiecare prismă generează o mică imagine semicirculară. Cât timp punerea la punct nu este corectă, cele două porţiuni de imagine sunt decalate una faţă de alta. Decalajul este maxim chiar la intersecţia prismelor. Dacă ea este orizontală decalajul se constată mai uşor în cazul verticalelor subiectului. În schimb, dacă este verticală focalizarea se poate executa mai uşor pornind de la muchiile orizontale ale subiectului. Soluţia cea mai fericită pare a fi înclinarea la 45° a liniei de intersecţie, ceea ce favorizează focalizarea, deopotrivă, a orizontalelor şi a verticalelor (soluţie promovată de firma Alpa).

Plaja de geam mat

Adeseori o coroană de geam mat fin înconjoară fie telemetrul cu prisme încrucişate, fie zona cu microprisme, fie pe amândouă (într-o dispunere concentrică). Punerea la punct, utilizând geamul mat, se face în mod progresiv, nu brusc. Partea care rămâne din geamul de vizare poate fi transparentă, dublată de o lentilă Fresnel (în acest caz imaginea, ce înconjoară partea centrală apare clară, chiar daca nu s-a focalizat corespunzător), sau poate avea structura mată, caz în care toată suprafaţa geamului serveşte pentru focalizare.

Geamuri de vizare interschimbabile

Aparatele profesionale cu pentaprismă, oferă posibilitatea înlocuirii vizorului (pentaprismei) in totalitatea lui. Iar alte sisteme permit înlocuirea doar a geamului mat. În general sunt oferite 12 - 20 de geamuri de vizare, care convin unor condiţii particulare de lucru.(sport, arhitectură, etc.)

Vizorul interschimbabil

Posibilitatea schimbării vizorului devine interesantă în cazul folosirii aparatului fotografic ca instrument de cercetare în diferite domenii. Unele aparate folosesc posibilitatea de a schimba vizorul pentru a oferi sisteme diferite de efectuare a măsurării expunerii. Aici intervine şi afişarea unor informaţii în vizor privitoare la parametrii de funcţionare ai aparatului. Se folosesc curent mai multe mijloace de afişare electronică digitală prin apariţia unor scări gradate, simboluri şi ace indicatoare, semnalizarea prin ecrane cu cristale lichide, divers colorate etc. În acest mod atenţia operatorului este de multe ori deturnată, iar efectele se resimt în compoziţii sărace (căci spectacolul informaţiilor apărute este urmărit cu o atenţie nemeritată). Este bine ca zonele de semnalizare să fie în afara câmpului de vizare, iar dispunerea lor să fie discretă, dar şi expresivă.

Pentaprisma şi ocularul

Imaginea formată pe geamul de vizare suportă două reflexii succesive, pe două dintre cele cinci feţe ale prismei, fiind astfel redresată pentru a putea fi văzută corect în ocular. Puterea optică a ocularului este calculată pentru un ochi normal. Dacă operatorul poartă ochelari ocularul este prevăzut cu o lentilă corectoare, care permite vizarea şi pentru cei cu defecte de vedere. În scopul de a reduce gabaritul şi masa aparatului constructorii au tendinţa să dea vizorului prismatic cele mai mici dimensiuni posibile. Aceasta explică de ce câmpul văzut în vizor este adesea mai restrâns decât cel înregistrat pe film, sau CCD. În general, în vizor se zăreşte 90 - 95% din câmpul vizat de obiectiv, dar sunt şi vizoare care echipează aparatele de vârf, care oferă un câmp vizual de 98 - 100%.

Cel mai uşor lucru în fotografie este să priveşti în vizor. Ar trebui sa învăţăm să vedem mai selectiv, să compunem mai precis, să simţim mai intens cu mintea şi inima, înainte de a apăsa pe butonul declanşatorului. Mulţi riscăm să fim risipitori cu filmul, dar mai ales cu un aparat digital care ne permite înregistrarea a sute sau chiar mii de imagini într-o şedinţă. Ar trebui să ne aducem aminte că în urmă cu foarte mulţi ani o fotografie se compunea îndelung.

Diafragma

Este formată dintr-o serie de lamele (minimum 5, de obicei mai numeroase), ce se pot deplasa continuu spre centru sau spre margine prin rotirea unui inel exterior aşezat pe montura obiectivului, formând un orificiu aproape circular, obţinându-se astfel variaţia deschiderii diafragmei.

Mecanismul diafragmei, funcţionează similar pupilei ochiului uman. Prin mărirea sau micşorarea deschiderii, pe senzor intră mai multă sau mai puţină lumină. Cu ajutorul diafragmei se poate deci micşora continuu deschiderea obiectivului în interiorul limitelor permise de mecanism atenuând intensitatea fasciculului de raze de lumină ce pătrund în aparat. Montura obiectivelor cuprinde inelul diafragmei şi pe acesta se găsesc cifrele ce constituie scara diafragmei. Numărul cel mai mic al acestei serii reprezintă *deschiderea relativă* a obiectivului. În locul raportului de deschidere, de exemplu 1:4, se dă însă numai cifra de la numitor numită indicele diafragmei (în acest caz deci, 4) sau pe scurt, diafragma. Atunci când se micşorează diafragma se modifică raportul de deschidere căci în locul deschiderii relative a obiectivului intervine deschiderea diafragmei. În acest caz:

- un indice mai mic al diafragmei corespunde unei deschideri mai mari, şi
- un indice mai mare al diafragmei corespunde unei deschideri mai mici.

Cum pelicula are nevoie pentru a fi impresionată corespunzător de o anumită cantitate de lumina pe unitatea de suprafaţă, indiferent de timp, vom fi obligaţi să compensăm scăderea de luminozitate a imaginii printr-o mărire corespunzătoare a timpului de expunere. Raportul numit *deschidere relativă* reprezintă o mărime de cea mai mare importanţă în fotografie. Cea mai mare deschidere relativă (cel mai mic indice de diafragmă) reprezintă o caracteristică importantă a unui obiectiv, definind luminozitatea acestuia. Ea se află, de obicei, gravată pe montura acestuia alături de distanţa focală, după denumirea obiectivului (ex.: Canon 1:1,4 - 50 mm).Din punct de vedere matematic, deschiderea relativă este egală cu diametrul lentilei frontale împărţit la distanţa focală a obiectivului. Având în vedere influenţa majoră pe care o are diafragma asupra fluxului luminos, scările de diafragmă sunt astfel întocmite încât de la o deschidere relativă la cea imediat inferioară secţiunea deschiderii să scadă la jumătate, astfel ca să se poată realiza aceeaşi impresionare prin dublarea timpului de expunere. Conform standardului internaţional numerele de diafragmă se stabilesc pe criterii fotometrice, astfel încât modificarea deschiderii între două gradaţii succesive să determine schimbarea iluminării imaginii de două ori, deoarece iluminarea este invers proporţională cu pătratul indicelui deschiderii relative. Valoarea indicilor se obţine prin multiplicarea cu radical din doi, adică 1,41. O treaptă admite de două ori mai multă lumină decât treapta următoare şi pe jumătate faţă de treapta precedentă. Dacă se consideră ca origine a scalei de diafragmare, indicele deschiderii relative maxime de 1: 0,5, pentru care iluminarea imaginii (în cazul unui obiectiv perfect transparent) ar fi egală cu iluminarea obiectului, rezultă următorul şir al numerelor de diafragma:

1:0,5; 1:0,7; 1:1; 1:1,4; 1:2; 1:2,8; 1:4; 1:5,6; 1:8; 1:11; 1:16; 1:22; 1:32 etc.

După cum se observă, indicii diafragmei sunt obţinuţi prin dublarea penultimei valori.

Pe acelaşi principiu diafragmele pot fi înjumătăţite obţinându-se astfel următorii indici de diafragmă:

1,2; 1,8; 2,5; 3,5; 4,5; 6,7; 9; 13; 19; 29 etc.

La aparatele de ultimă generaţie se poate urmării în vizor, o trecere mult mai nuanţată între indicii diafragmei oferind subunităţi intermediare ai acestora, (treimi de diafragmă) obţinându-se astfel o imagine perfectă din punct de vedere al expunerii.

Diafragmare optimă, Diafragmare raţională, Diafragmare critică

Prin diafragmare optimă se înţelege a diafragma obiectivul astfel încât să se obţină cea mai bună calitate a imaginii. Conform tuturor criteriilor de calitate, pentru majoritatea obiectivelor fotocinematografice cu deschiderea relativă de 1:2 *diafragmarea optimă* se găseşte în jurul deschiderii de 5,6. În afara acestor limite calitatea imaginii scade, dar se menţine bună între 2,8 şi 11, domeniu al *diafragmării raţionale*. La diafragme mai deschise decât 2,8 calitatea imaginii prezintă scăderi sensibile datorită aberaţiilor remanente, pe când la deschideri mai mici decât 11 scăderea calităţii se datorează fenomenelor de difracţie. De aceea în afara limitelor de 2,8 şi 11 ne găsim în domeniul *diafragmărilor critice*.

Obturatorul

Imaginea trebuie proiectată pe materialul fotosensibil un anumit timp, în general foarte scurt, necesar impresionării corecte a diferitelor detalii ale imaginii. Din acest motiv, cu excepţia timpului de expunere efectiv, drumul fascicolului luminos spre peliculă sau CCD, CMOS, este întrerupt. Întreruperea fascicolului luminos şi accesul luminii la peliculă în timpul necesar expunerii se realizează cu ajutorul dispozitivului numit *obturator*.

Obturatorul central

Partea esențială a unui asemenea obturator o reprezintă o serie de două, trei sau uneori cinci lame subțiri de oțel, care în poziția de repaus se suprapun pe o mică lățime. Un mecanism complicat permite o mișcare laterală rapidă a lamelor, care în felul acesta deschid apoi închid orificiul central, lăsând ca imaginea să se proiecteze un timp scurt pe peliculă.

Cu obturatoarele centrale fotografiatul cu blitzul este posibil la orice timpi de expunere. Dintre numeroasele tipuri de obturatoare centrale, nu putem să nu menționăm obturatorul „Compur" (care a fost produs de firma Deckel din Munchen), care echipează un număr foarte mare de tipuri de aparate de fabricație europeană.

Utilizarea unui obturator central nu permite schimbarea obiectivelor și vizarea prin obiectiv. Pentru unele tipuri de aparate profesionale (de exemplu LinhofTehnica, Hasselbald, Mamiya RZ, Fuji GX, Sinar, Cambo, etc.) fiecare obiectiv este montat într-un obturator propriu, schimbându-se întreg sistemul obiectiv-obturator. La aceste tipuri, obturatorul poate fi declanșat și cu ajutorul unui impuls electric.

Obturatorul focal

La obturatorul focal, drept organ de obturare este utilizată o perdea opacă confecționată dintr-un material flexibil (pânză cauciucată sau metal, titan), care se deplasează în planul focal al obiectivului (deci în imediata vecinătate a stratului fotosensibil).

În funcție de materialul și de construcția elementului care realizează efectiv obturarea se disting două variante:

- Obturatorul focal cu perdele, care se compune din două perdele (din material textil) întinse de resorturi care sunt armate de pârghia ce realizează simultan și transportul filmului.
- Obturatorul focal cu lamele metalice, care este tipul modern și comportă două seturi de lamele articulate pe bielete a căror translație la viteza constantă se face vertical (de-a lungul dimensiunii mici a formatului). Între cele două seturi se stabilește o fantă reglabilă care determină timpul de expunere. Uniformitatea expunerii cu obturatoarele focale este remarcabilă și se pot obține timpi de expunere (în fiecare punct) sensibil mai scurți decât cei obișnuiți cu obturatoarele centrale.

Expunerea se realizează utilizând două perdele, care se deplasează independent una de alta. Fanta, de dimensiune variabilă, prin care se efectuează expunerea la lumină a materialului fotosensibil, se formează prin limitarea ei de către bordurile celor două perdele. În urma declanşării este deblocată prima perdea care se deplasează în faţa zonei fotosensibile permiţând accesul luminii către senzor. După scurgerea unui interval de timp controlat se deblochează perdeaua a doua. Prin această mişcare marginea a celei de a doua perdele, va obtura din nou fasciculul luminos.

Caracteristic pentru obturatorul cu perdea este faptul că stratul fotosensibil nu este expus acţiunii luminii concomitent pe toată întinderea formatului, ci succesiv, pe fâşii (de lăţime egală cu cea a fantei). În consecinţa, calitatea imaginilor reprezentând obiecte în mişcare pot apărea deformate.

Faptul că perdelele obturatorului acoperă pelicula imediat deasupra acesteia face posibil ca obiectivul să stea permanent deschis, să fie deşurubat şi eventual schimbat cu un alt obiectiv cu alte caracteristici (luminozitate, distanţă focală, efect etc.). De asemenea acest tip de obturator face posibilă montarea în interiorul aparatului a unei oglinzi înclinate la 45°, care să permită vizarea direct prin obiectiv. Astăzi toate aparatele fotografice reflex (SLR) sunt echipate cu acest tip de obturator.

Ca şi la diafragme trecerea de la o treaptă a timpului de expunere la alta se face prin dublarea sau înjumătăţirea treptei precedente trecându-se doar numitorul fracţiei, aşa numitul indice al timpului de expunere: 250 reprezintă de fapt 1/250 s etc.

Un obturator modern poate oferi următoarea plajă a timpilor:

30s, 25s, 8s, 4s, 2s, 1s, 1/2s, 1/4s, 1/8s, 1/15s,1730s, 1/60s, 1/125s, 1/250s, 1/500s, 1/1000s, 1/2000s, 1/4000s,1/8000s.

Evident obturatoarele aparatelor moderne care funcţionează exclusiv electronic, şi care sunt comandate de un micro procesor pot oferi o gamă foarte mare de valori intermediare făcând astfel faţă celor mai delicate cerinţe referitoare la o expunere ultra corectă.

Toate obturatoarele au o poziţie B (germana, Beliebig = după dorinţă), la care obturatorul rămâne deschis atât timp cât se apasă declanşatorul, iar unele obturatoare prezintă şi o poziţie T (engl. Time), la care obturatorul se deschide la o primă apăsare a declanşatorului, închizându-se la următoarea apăsare. Obturatoarele sunt prevăzute şi cu o poziţie ce permite „autodeclanşarea” obturatorului după 2s - 10s sau chiar 60s de la apăsarea butonului declanşator, în aşa fel încât fotograful se poate fotografia singur. Obturatoarele moderne au şi o priză de sincronizare a lămpii Blitz sau a unei lămpi cu magneziu (poziţiile X respectiv M, de la Xenon şi Magneziu).

Randamentul obturatorului

O problemă care se pune la obturatoare în general şi la obturatoarele centrale în special, la timpi de expunere scurţi, este problema randamentului. În procesul expunerii, deşi lamele obturatorului se mişcă foarte rapid, viteza lor de deplasare în vederea eliberării secţiunii diafragmei nu poate fi infinită. Expunerea senzorului fotosensibil începe cu o luminozitate diminuată, din momentul când între lamele obturatorului apare cea mai mică fantă, continuând până în momentul când lamelele se reînchid complet. În felul acesta fluxul luminos pătruns în aparat variază pe parcurs, el fiind maxim atunci când întreaga secţiune a diafragmei este liberă. În orice caz, din cauza vitezei finite de deplasare a lamelelor obturatorului, cantitatea de lumină, pătrunsă în aparat este ceva mai mică decât în cazul unui obturator ideal, cu o mişcare infinit rapidă a lamelelor. Diferenţa devine semnificativă doar la timpi de expunere foarte scurţi. S-a încercat definirea randamentului obturatorului ca fiind raportul între timpul cât obturatorul este complet deschis şi timpul total cât el este deschis, din momentul apariţiei primei crăpături între lamele şi momentul reînchiderii sale totale.

Randamentul unui obturator poate fi definit mai corect ca fiind raportul dintre energia luminoasă efectiv pătrunsă în aparat şi energia luminoasă ce ar pătrunde, pentru acelaşi timp total de expunere, printr-un obturator ideal cu o mişcare instantanee a lamelelor.

Rezultă că randamentul unui obturator depinde de timpul de expunere şi de deschiderea relativa, fiind minim la timpi de expunere scurţi şi deschideri relative mari. Pentru un timp de expunere de 1/60 s sau mai lung, randamentul obturatorului central se poate considera 100%.Pentru obturatoarele focale nu se pune propriu-zis o problemă a randamentului, acesta fiind practic 100% pentru orice timp de expunere, fie el cât de scurt.

Magazia pentru materialele fotosensibile

Aici trebuie menționat faptul că magazia materialelor fotosensibile este o parte componentă doar a aparatelor clasice cu film.

Magazia fotoaparatului este situată în partea din spate a camerei obscure astfel ca filmul să treacă cu ușurință din caseta originară prin dreptul cadrului de expunere și de aici în caseta receptoare destinată păstrării materialului expus. Partea cea mai critică este tocmai acea zonă tranzitorie dintre cele două casete, adică fereastra sau cadrul de expunere. În acest loc suprafața filmului trebuie păstrată cât se poate de plană. Pentru aceasta, în spatele filmului, de obicei pe capacul magaziei, există o placă presoare, care fixează și menține cât mai plan filmul în cadrul de expunere. De asemenea, suprafața acestei plăci trebuie să aibă o structură specială astfel ca eventualele pungi de aer să fie ușor eliminate. Transportul filmului din caseta debitoare, prin dreptul ferestrei de expunere, spre magazia sau caseta receptoare, se face de obicei cu o pârghie de armare, care în același timp armează și obturatorul și pregătește întregul ansamblu de mecanisme și comenzi ale fotoaparatului pentru o nouă expunere. În epoca modernă a aparatelor clasice (anii '80-2000)au apărut fotoaparate care au incorporat sau atașabil din exterior un motor, a cărui funcție principală este de a da posibilitatea fotografului să ia o secvență de imagini într-un interval foarte scurt (2-8 cadre/secundă). La multe din aceste motoare există posibilitatea ca ele să retragă în caseta debitoare filmul expus după terminarea acestuia. Retragerea manuală a filmului în caseta originală se face cu ajutorul altui buton-rotiță dotat cu o manivelă pentru o rebobinare mai comodă și mai rapidă. Magazia este dotată cu un contor de imagini pentru evidența cadrelor expuse. Contorul de imagini poate să numere cadrele expuse sau cadrele rămase. Numărul cadrelor rezervate expunerii este o consecință a dimensiunii cadrului cât și a tipului de aparat. Astfel pentru aparatele obișnuite avem:

Format	Cadre
24 x 36 mm	36
6 x 4,5 cm	16
6 x 6 cm	12
6x7 cm	10
6x9 cm	8

La unele aparate moderne este posibil să se detaşeze capacul din spate şi să se aşeze în locul lui un capac-magazie de mare capacitate. Schimbarea devine deosebit de utilă, mai ales când se operează cu motoare sau derulori, care pot să consume într-un timp foarte scurt cele 36 de cadre ale unui film normal. În mod obişnuit magaziile de acest tip permit executarea a 250-300 de imagini. Un real interes îl prezintă posibilitatea de a utiliza magazii interschimbabile casete Polaroid si Digitalback îndeosebi la aparatele de format mediu: Hassellblad, Mamiya, Fuji GX, Rolleiflex.

Aparatele digitale au înlocuit această parte destinată magaziei materialelor fotosensibile cu introducerea în interior a senzorului CCD sau CMOS, iar în exterior pe capacul dorsal aflându-se „tabloul de comandă" al aparatului, ecranul monitor LCD, incinta destinată cardurilor de stocare a imaginilor, incinta bateriilor sau acumulatorilor, care poate fi fixă sau detaşabilă.

Accesorii utilizate în fotografie

Parasolarul

Parasolarul este destinat să protejeze obiectivul de lumina laterală ce pătrunde în obiectiv din afara unghiului de cuprindere al câmpului imaginii, lumină parazită ce constituie o sursă de difuzie suplimentară. Un parasolar eficace trebuie să fie cât mai lung şi de formă dreptunghiulară, corespunzătoare formatului cadrului de expunere, iar deschiderea acestuia să corespundă obturării luminii laterale cât mai aproape de limita unghiului de cuprindere. Fiind mai puţin eficace, parasolarul circular se va utiliza numai când acesta se roteşte împreună cu obiectivul în vederea punerii la punct. Suprafaţa interioară a parasolarului trebuie să fie neagră-mată şi prevăzută cu striuri sau cu o textură antireflectantă. Numai printr-o protecţie eficace a obiectivului faţă de factorii care generează şi favorizează apariţia luminii difuze se pot asigura imagini de bună calitate din punct de vedere al redării contrastului şi al culorilor.

Filtre colorate

Filtrele sunt de doua categorii: de corecţie şi de efect. Ele se folosesc atât in fotografia color cât şi în cea alb negru. Folosirea filtrelor în fotografia digitală este mai redusă dat fiind faptul că aparatele digitale pot aplica diverse corecţii asupra imaginii. Un alt atu îl prezintă computerul şi numeroasele programe din categoria Photoshop care au capacitatea de a aduce modificări imaginii dintre cele mai creative şi care de ce să nu recunoaştem sau inspirat în mare parte din efectul filtrelor asupra materialelor fotosensibile clasice.

În cazul fotografierii color, filtrele colorate, în funcţie de caracteristicile fiecăruia au rolul de a corecta temperatura de culoare a luminii, iar altele pot crea diferite efecte spectaculoase de multe ori benefice imaginii finale.

Filtrele colorate sunt accesorii ce servesc în fotografie pentru modificarea (aparentă) a curbei de sensibilitate cromatică a emulsiilor. La fotografia alb-negru un filtru colorat, aplicat în faţa obiectivului în momentul fotografierii, accentuează propria sa culoare, care apare în copia pozitivă cu o nuanţă cenuşie ceva mai deschisă decât în absenţa filtrului respectiv. Din contră, culoarea complementară culorii filtrului va fi redată în copia pozitivă sub forma unei nuanţe cenuşii mai închise decât în absenţa filtrului. Cum orice filtru acţionează prin absorbţia unei părţi din radiaţia globală, cea corespunzătoare culorii complementare a filtrului, el produce o diminuare a energiei radiante ce pătrunde în aparatul fotografic. Pentru compensarea acestei reduceri de energie, timpul de expunere trebuie prelungit în mod corespunzător, cu un factor caracteristic fiecărui filtru.

Din punct de vedere constructiv, filtrele colorate reprezintă şaibe de sticlă cu feţele perfect plan-paralele, colorate în întreaga masă de sticlă. Ele pot consta şi din o folie de material plastic sau de gelatină colorate cu coloranţi organici corespunzători. Filtrele colorate sunt prevăzute cu o montură metalică sau material plastic, care permite aplicarea filtrului în faţa obiectivului la o distanţă cât mai mică de lentila frontală a acestuia şi perpendicular pe axa optică.

Filtre recomandate în fotografia color

Condiţii	Filtru	Rezultat
Umbră în aer liber	Orange 81A,81B,Încălzeşte albastrul	Neutralizează albastrul
Cer acoperit sau zi ploioasă	Orange închis 81C,incălzeşte mai mult albastrul	Neutralizează tenta rece albăstruie

Condiții	Filtru	Rezultat
Altitudini peste 2000m	UV plus 81A	Reduce cantitatea de UV, mărește contrastul
Condiții de pâclă și ceață	Filtru de ceață plus filtru de polarizare	Imagini mai clare
Lumină fluorescentă, neon	Filtru magenta FLD,FLW	Reduce dominanta de verde
Lumina caldă de apus de soare, sau lumină artificială	Albastru 82A sau 82 C	Neutralizează tenta orange
Peisaj cu cer prea luminos	Filtre in degrade vor echilibra expunerea pentru cer și sol	Un cer mai puțin luminos
Cer albastru deschis	Filtru de polarizare	Adâncește tonurile albastre și evidențiază norii, dacă aparatul este ținut corect față de soare
Reflexii pe suprafețe nemetalice	Filtru de polarizare	Elimină reflexiile ne dorite, accentuează culorile

În cele ce urmează se vor discuta câteva tipuri mai importante de filtre.

Filtrul ultraviolet (UV)

Aceste filtre de o nuanță gălbuie extrem de slabă au ca rol reținerea radiațiilor ultraviolete atunci când, așa cum se întâmplă în cazul fotografierii la mare altitudine (2000 m și mai mult), aceste radiații sunt prezente în cantitate foarte mare, nefiind reținute de pătura mai puțin densă a atmosferei. Radiațiile ultraviolete deranjează prin faptul că obiectivul fotografic obișnuit nu prezintă o corecție cromatică pentru acest domeniu spectral, iar distanța focală a obiectivului pentru aceste radiații de mică lungime de undă este ceva mai scurtă decât distanța focală a radiațiilor vizibile.

În consecința, imaginea dată de radiațiile ultraviolete nu este pusă la punct o dată cu imaginea din domeniul vizibil, suprapunându-se peste aceasta ca o imagine neclară și reducând astfel claritatea generală a imaginii (emulsiile fotografice sunt foarte sensibile pentru radiația ultravioletă, cu cuante de mare energie și puternic absorbite chiar de bromura de argint nesensibilizată cromatic cu coloranți). De menționat că însăși sticlele din care este confecționat obiectivul absorb o mare parte din aceste radiații ultraviolete (în special pe cele cu lungimi de undă sub 300 nm). Cum filtrul UV nu absoarbe practic de loc radiații din domeniul vizibil, deși produce o slabă scădere a intensității luminii ce pătrunde în aparat (în special prin reflexie la suprafețele aer-sticlă), nu este necesară aplicarea unui factor de prelungire a expunerii la folosirea acestui gen de filtre.

Filtre pentru fotografierea în infraroșu

Aceste filtre sunt de o nuanță roșie-rubinie extrem de închisă (privind printr-un asemenea filtru spre un bec electric aprins nu se vede decât filamentul de o nuanță roșie-rubinie. Aceste filtre se pot utiliza numai în combinație cu emulsii speciale, sensibilizate pentru radiațiile cu lungimi de undă foarte mari din domeniul infraroșu al spectrului (lungimi de undă de câteva mii de nanometri). Utilizarea filtrelor de infraroșu este justificată prin faptul că radiațiile infraroșii, având lungime de undă mare în comparație cu lumina vizibilă, străbat mult mai ușor nebulozitatea atmosferică, permițând obținerea unor fotografii foarte clare ale unor subiecte foarte îndepărtate, chiar când atmosfera este încețoșată. Faptul acesta prezintă mai degrabă o importanță științifică, fotografia în infraroșu fiind aplicată în special în cartografie, fotografii aeriene etc. Interesul pentru un amator este mai redus cu atât mai mult cu cât peliculele sensibilizate la infraroșu sunt scumpe și conservabile un timp foarte limitat (câteva săptămâni în frigider).

Ca și la radiațiile ultraviolete și aici se pune problema unei lipse de corecție cromatică a obiectivului în acest domeniu spectral. Distanța focală a unui obiectiv este ceva mai lungă decât pentru radiațiile vizibile, astfel că pentru obținerea unor fotografii cu distanța bine pusă la punct, extensia aparatului trebuie să fie ceva mai mare decât în situațiile normale. Astfel, unele unele obiective au pe lângă reperul de distanțe obișnuit, și un al doilea reper, trasat cu roşu, decalat cu câţiva milimetri în sensul în care creşte distanţa pe scara distanţelor.

În cazul fotografiei în infraroşu nu se poate vorbi de un factor de prelungire propriu-zis. Timpii de expunere sunt însă deosebit de lungi şi pot ajunge, în funcţie de domeniul de lungimi de undă pentru care este sensibilă emulsia şi de densitatea filmului, la valori de câteva zeci de ori mai mari decât în condiţii obişnuite.

Filtrul de polarizare

Printre filtrele optice şi lentilele adiţionale utilizate în mod curent în fotografie şi cinematografie, filtrul de polarizare ocupă un loc special, dată fiind acţiunea sa foarte particulară asupra luminii. El nu acţionează ca de exemplu filtrele colorate absorbind selectiv anumite radiaţii, ci oprind întreg ansamblu al radiaţiilor luminoase care nu se găsesc într-un anumit plan. Sau, altfel spus, el lasă să treacă numai radiaţiile care se află într-un plan de oscilaţie determinat.

Principalele proprietăţi ale filtrului de polarizare sunt următoarele:

- dat fiind aspectul său cenuşiu-neutru, poate fi utilizat atât în alb/negru şi în color, cât şi în fotografia digitală
- funcţia sa cea mai cunoscută constă în atenuarea, chiar în eliminarea reflexelor suprafeţelor nemetalice (şi deci şi a imaginilor reflectate);
- saturează culorile şi intensifică culoarea cerului, în cazul fotografierilor sau filmărilor color; măreşte densitatea de gri a cerului în fotografia de alb/negru;
- ţinându-se seama de densitatea sa neutră, are capacitatea, de a se comporta ca un filtru gri;
- permite obţinerea în combinaţie cu un filtru de aceeaşi natură, a unor efecte speciale.

Fenomenul de polarizare a luminii

Lumina este un fenomen de natura electromagnetica. Ea se propagă în spaţiu sub formă de oscilaţii (unde) electromagnetice. Oscilaţiile care alcătuiesc un fascicol de lumină se produc într-o infinitate de plane care au ca linie comună de intersecţie direcţia de propagare a luminii. La traversarea anumitor medii sau prin reflectarea pe anumite suprafeţe lumina poate fi polarizată, adică fascicolul de lumină emergent (transmis, respectiv reflectat) este format numai din oscilaţii care se produc într-un singur plan, numit *plan de polarizare* sau planul luminii polarizate. (Fig.26)

Mai trebuie menţionat ca o curiozitate faptul că, în timp ce ochiul omenesc nu poate deosebi lumina polarizată de cea obişnuită unele animale şi insecte (în special albinele) sesizează această diferenţă.

Surse de lumina polarizată

Există trei surse de lumină polarizată care interesează subiectul de faţa:

- unele suprafeţe reflectante;
- cerul senin;
- filtrul de polarizare.

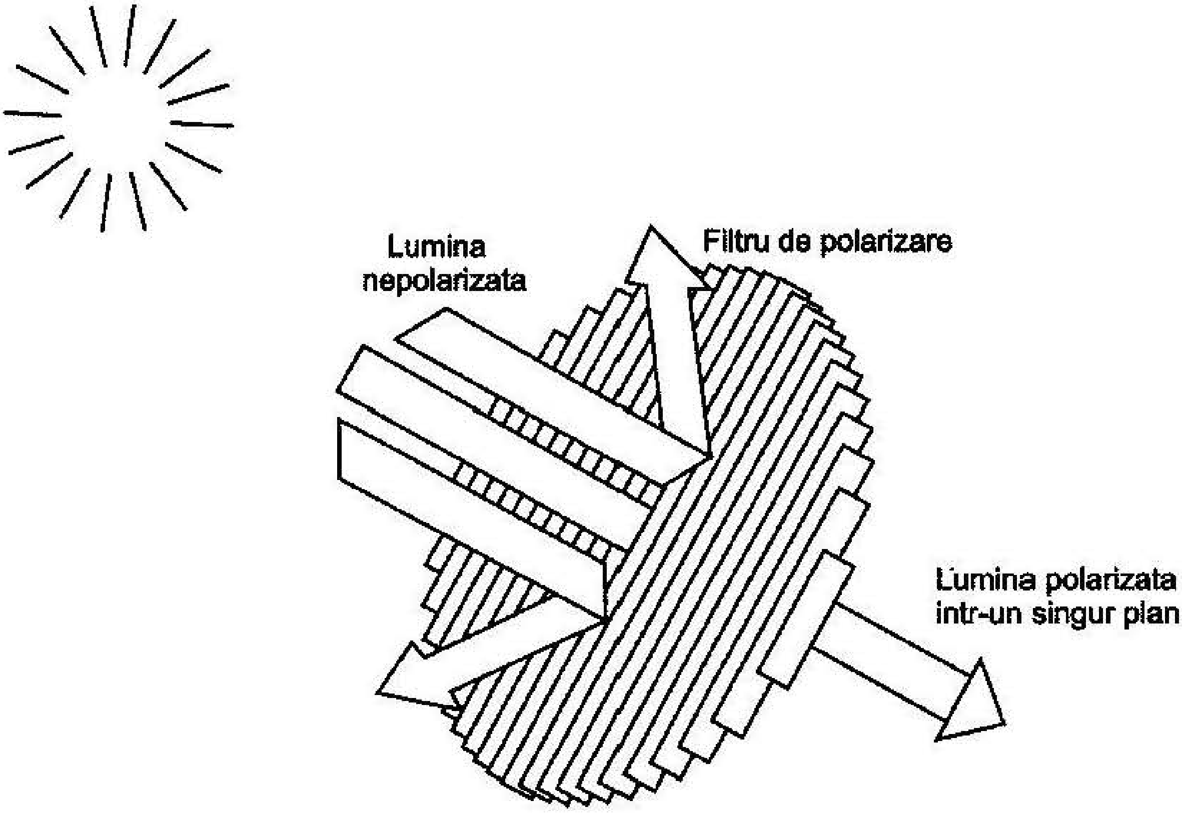


Fig. 26 Principiul funcţionării filtrului de polarizare

Suprafețe reflectante nemetalice

Din optica geometrică se știe că o rază de lumină incidentă pe o suprafață de separare între două medii transparente cu proprietăți diferite, în parte se reflectă în mediul din care provine, unghiul de incidență fiind egal cu unghiul de reflexie și în parte se refractă.

În cazul în care suprafața reflectantă aparține unui material nemetalic (sticlă, oglinda suprafeței unei ape liniștite, material plastic, lacuri și vopsele depuse pe suprafețe), o parte din lumina reflectată este polarizată, planul de polarizare fiind perpendicular pe planul format de raza incidentă cu cea reflectată. Polarizarea este maximă când raza incidentă atinge suprafața reflectantă sub un unghi care face ca raza reflectată să formeze cu cea refractată un unghi de 90 grade. Unghiul de incidență care produce o polarizare totală a luminii depinde de material, fiind de 56 grade pentru sticlă, 53 grade pentru apă, 55 grade pentru lac incolor etc. În afara unghiului polarizării totale lumina se polarizează parțial. Pentru incidența normală lumina nu se polarizează.

Cerul senin

Anumite porțiuni de cer neacoperit, bine determinate în raport cu poziția soarelui, emit lumină parțial polarizată. Polarizarea luminii cerului se datorește unei difracții a luminii de către corpusculii (impurități ale aerului) mai mari decât cei care generează lumina albastră a cerului. Subliniem acest fapt pentru că mulți cred că există o legătură directă între culoarea albastră a cerului și polarizarea luminii.

Un argument împotriva acestei afirmații, este de exemplu, faptul că, pe măsură ce ne aflăm la înălțime din ce în ce mai mare, albastrul cerului devine din ce în ce mai intens, mai saturat, în schimb polarizarea se diminuează.

Pentru a putea exploata acest fenomen în captarea și înregistrarea imaginii este necesar să se cunoască ce porțiune a bolții cerești emite lumină polarizată. Aceasta depinde, după cum s-a mai spus, de poziția soarelui. Astfel, dacă soarele se află la azimut, tot orizontul se află polarizat de jur împrejurul punctului corespunzând verticalei poziției soarelui. Dacă, însă soarele se găsește într-o poziție mai joasă, de exemplu la începutul sau sfârșitul zilei, zona polarizată este limitată și relativ înaltă în raport cu orizontul.

Filtre de polarizare

Unele materiale anorganice (spatul de Islanda, de exemplu) polarizează lumina pe baza fenomenului de birefringenţă, cunoscut din fizică. Astfel de materiale, ce au numeroase aplicaţii în domeniul fizicii şi chimiei (poate unii îşi mai amintesc de izomeria optică din chimie, în care se vorbeşte de substanţe care rotesc planul luminii polarizate spre stânga sau spre dreapta), au început să fie înlocuite cu altele de natura sintetică, care se pot produce printr-o tehnologie mai simplă şi sunt mai puţin fragile ca primele. Astfel se poate da exemplul foliilor numite "polaroid" care sunt alcătuite din microcristale organice cu molecule lungi orientate paralel, în urma unor tratamente speciale, alcătuind astfel o microgrilă cu „bare" paralele dispuse ca dinţii unui pieptene. Prin astfel de medii se transmit numai oscilaţii aflate întrun singur plan, sau în plane paralele cu acestea, care se "strecoară" printre barele grilei. Aceste folii reprezintă, de fapt, filtre de polarizare. Aplicaţiile practice ale filtrului de polarizare în domeniul captării şi înregistrării imaginii se bazează pe faptul că acesta poate controla, după cum s-a mai arătat, lumina deja polarizată în sensul că este „transparent" pentru aceasta numai într-o anumită poziţie, aceea în care „barele" microgrilei sale sunt paralele cu planul de polarizare al luminii.

La rotirea filtrului, lumina se atenuează treptat, absorbţia maximă având loc în momentul în care filtrul este rotit cu un unghi de 90 grade faţă de poziţia de transparenţă maximă. Filtrele de polarizare folosite în practica se prezintă sub două forme distincte:

- montate între plăci de sticlă optică care protejează folia împotriva uzurii mecanice şi care permit amplasarea lor într-o montură specială. Aceasta este compusă din două părţi: partea anterioară pivotantă care cuprinde filtrul şi permite rotirea acestuia, şi partea posterioară fixă, solidară cu obiectivul aparatului de luat vederi;
- folii plastice de dimensiuni atingând 1000 x 400 mm, prezentare rezervată în mod special pentru amplasarea pe sursele de lumină când se urmăreşte iluminarea subiectului cu lumină polarizată. La expunerea materialelor fotosensibile prin intermediul filtrului de polarizare trebuie ţinut seama de faptul că acesta are o anume densitate şi ca atare este necesar să se mărească expunerea.

Aplicațiile filtrului de polarizare

Filtrul de polarizare permite eliminarea reflexelelor nedorite la fotografierea, filmarea sau transmisia TV, a obiectelor aflate în vitrinele magazinelor, a persoanelor care poartă ochelari, sau aflate în interiorul automobilelor, a suprafețelor de apă, etc. Desigur, mai sus a fost vorba de eliminarea unor reflexe supărătoare. Sunt frecvente cazurile în care reflexele sunt dorite. Astfel este greu de imaginat un apus de soare la mare fără reflexe în apă sau obiecte de cristal fără reflexe spectaculoase. Filtrul de polarizare nu-şi are, de asemenea, rostul la fotografierea străzilor noaptea, după ploaie, când reflexele care apar sunt dorite în majoritatea cazurilor.

Totuşi numeroşi fotografi profesionişti susțin ideea că nu pot practic să se dispenseze de acest filtru. În fotografia alb/negru, densitatea de gri a cerului creşte şi norii izolați se detaşează vizibil întrucât nu emit lumină polarizată care să poată fi redusă; se obține aproape acelaşi efect ca la utilizarea filtrului galben orange. În fotografia în culori, albastrul cerului devine mai intens iar norii eventuali se detaşează mai bine de fond şi alte subiecte care se proiectează pe acest fond de cer senin, cum sunt florile, monumentele, clădirile de culoare deschisă etc. La fotografierea scenelor depărtate iluminate de sus sau lateral prin eliminarea luminii polarizate reflectate de către voalul atmosferic, se obțin imagini mai nete, diferite planuri dispuse în adâncime se detaşează mai bine, culorile se saturează.

Se pot utiliza şi două filtre de polarizare cuplate pentru a realiza, de exemplu, stingerea completă a unui fascicol de lumină (Dopellpolfilter).O pereche de filtre de polarizare care pot fi rotite unul față de celălalt într-o montură comună poartă numele de sistem DUHE. Această proprietate permite sa se execute fundu-uri în timpul filmării cu două filtre montate într-o montură rotativă şi prevăzută cu repere axiale. Spre deosebire de fondu-ul obținut prin închiderea treptată a diafragmei, fondu-ul realizat prin polarizare nu este însoțit de modificarea clarității imaginii şi a profunzimii câmpului.

Dar nu este obligatoriu să se utilizeze două polarizoare pe aparat. Utilizarea a două filtre separate unul montat pe aparatul de luat vederi iar celălalt pe o sursă de lumină poate duce la rezultate foarte interesante de dozaj al luminii. Filmarea în lumină polarizată poate elimina, de exemplu, toate reflexele provenite de la obiectele metalice şi nemetalice indiferent de unghiul sub care se face filmarea. Astfel, este posibil să se filmeze pe direcţie frontală, tablouri în ulei, lucioase, desene pe acetofan, documente sub sticlă. Probabil că cel mai interesant efect obtenabil prin cuplarea a două filtre este următorul: dacă între două polarizoare se introduce o materie transparentă (plastic, mică, celofan), structura acestor materiale va provoca fenomene de interferenţă în straturi subţiri, care vor disocia lumina într-un mod policrom, foarte neuniform. Astfel, se poate ilumina un decor în lumină polarizată. Va fi necesar un singur polarizator pe aparatul de luat vederi şi unul pe sursa de lumină pentru ca, de exemplu, o balerină îmbrăcată într-o simplă pelerină de material plastic să capete în timpul dansului culori dintre cele mai surprinzătoare şi într-o transformare permanentă.

Utilizarea filtrelor la fotografia alb-negru

Filtru	Condiţii	Rezultat
Galben-deschis	Portret în exterior, peisaje cu cer şi verdeată, marea, altitudini	Reduce albastrul slăbind violetul şi ultravioletul, redă cerul cu nori, deschide galbenul şi verdele
Galben închis	Peisaje cu cer şi verdeaţa, portrete în soare, depărtări cu ceaţă, flori, plante	Reţine albastrul, favorizează galbenul, da imagini cu contraste dure, reliefează norii, rar utilizat; elimină ultravioletul.
Galben verde	Peisaje cu cer, construcţii, stradă, modă etc.	Dă imagini mai puţin dure decât filtrele galbene. Cerul este redat cenuşiu cu nori bine reliefaţi; pădurile redate în tonuri diferenţiate de cenuşiu; creează tonuri de contrast natural.
Verde	Peisaje cu verdeaţă şi frunziş pe care le redă mai deschise	Reţine albastrul, ultravioletul şi o mare parte din roşu; micşorează contrastul, nu întunecă cerul.

Filtru	Condiţii	Rezultat
Portocaliu	Filtru pentru efecte (aspect de furtună);reproduceri, peisaje urbane cu tonuri roşii; redă cerul foarte închis.	Absoarbe albastrul, ultravioletul, precum şi o parte din verde, deschide roşul, portocaliul şi galbenul, elimină voalul atmosferic.
Roşu	Fotografii prin ceaţă, efecte de furtună; de noapte în plină zi; fotografii tehnice, tablouri, obiecte intens colorate; trucaje.	Absoarbe complet verdele, întunecă cerul; albastrul şi verdele redate aproape în negru; galbenul şi roşul aproape alb.
Ultraviolet (UV)	Elimină excesul de raze ultraviolete la înălţimi peste 2000 m la mare şi în peisaje îndepărtate.	Nu are acţiune asupra redării culorilor; nu are efecte în fotografii la mică altitudine, şes, unde radiaţiile ultraviolete sunt reţinute de particulele de praf din atmosferă
Cenuşiu (gri)	Micşorează intensitatea luminii în funcţie de densitatea filtrului.	Serveşte pentru reducerea generală a luminii admise, reduce apreciabil şi profunzimea de claritate

Lentile adiţionale - Macrofotografia

Cu excepţia aparatelor cu dublă extensie, puţin răspândite în rândurile amatorilor, sau a macro-obiectivelor, la ora actuală, distanţa de punere la punct minimă a unui obiectiv variază între 0,3 m şi 0,6 m, valoarea uzuală fiind de 1 m. Aceasta limitează valoarea raportului de reproducere. Prin aplicarea în faţa obiectivului a unui menisc convergent, aparatul poate fi pus la punct pe distanţe sub limita celei impuse constructiv. Aceste „lentile adiţionale" acţionează similar cu lentila de ochelari în cazul unui ochi de prezbit. În legătură cu utilizarea lentilelor adiţionale trebuie avute în vedere următoarele:

a) întrucât nu are loc o mărire apreciabilă de extensie, unghiul de cuprindere nu se modifică (nu scade);

b) deoarece aplicarea lentilei adiționale reduce distanța focală a ansamblului (diametrul efectiv al deschiderii rămânând neschimbat) deschiderea relativă, şi odată cu acesta luminozitatea sistemului, creşte, compensându-se astfel exact scăderea luminozității prin apropierea obiectului. Astfel, la utilizarea unei lentile adiționale nu mai este necesară aplicarea unui factor de prelungire a expunerii (pierderile suplimentare prin reflexii pe cele două suprafețe aer-sticlă ale lentilei adiționale se pot neglija);

c) lentila adițională prezentând o serie de aberații necorectate, este indicat să nu utilizăm lentile adiționale cu distanțe focale mai scurte decât de 6-7 ori distanța focală a obiectivului şi să lucrăm la o diafragmare mai avansată a aparatului („f" mai mare de 8);

Inele intermediare

Lentilele adiționale introduc o serie de aberații ce diminuează în parte calitatea imaginilor obținute. În cazul unor aparate cu obiective interşanjabile, problema fotografierii la distanțe mai mici decât cele permise de extensia normală, realizată constructiv a aparatului, se poate efectua şi prin intercalarea unor aşa-numite „inele intermedire". Inelele intermediare se livrează de obicei sub forma unui set format din trei sau patru inele, de grosimi (de fapt înălțimi de cilindru) diferite. Grosimile lor sunt astfel calculate ca prin folosirea unuia singur din inele, a unei combinații de două inele sau a tuturor celor trei inele (deci un total de şapte posibilități), să se acopere fără lacune un domeniu de distanțe începând de la cea mai mică distanță de punere la punct a aparatului fără ajutorul inelelor intermediare, pană la o distanța egală cu dublul distanței focale a obiectivului standard, devenind astfel posibilă reproducerea unui obiect la scara 1:1 pe negativ. Datorită faptului că prin aplicarea inelelor sau a burdufului, se produce o extensie apreciabilă a sistemului, devine necesară aplicarea unor factori ce prelungire a timpului de expunere. În cazul aparatelor cu citirea expunerii prin obiectiv TTL această problemă este automat rezolvată.

Evident astăzi o serie de firme constructoare de obiective oferă iubitorilor de macro fotografii o gamă largă de obiective Macro, care permite utilizatorilor obținerea unor imagini la o scară de 1:1impecabil corectate şi fără pierdere de luminozitate, fără a se mai complica cu procedeele clasice amintite mai sus.

Lampa bliţ

Numită de obicei după denumirea sa in germană „Blitz"(fulger), sau mai pe româneşte „Bliţ", sau „Flash - Speedlight" in engleză, este la ora actuală una din cele mai populare surse de lumină artificială, la dispoziţia oricărei categorii de fotografi.

Lampa bliţ emite un impuls luminos extrem de intens şi de scurtă durată prin descărcarea unui condensator de mare capacitate, încărcat la tensiuni relativ ridicate, printr-un tub de descărcări umplut cu un amestec de gaze nobile în care predomină xenonul. Amestecul de gaze este astfel dozat încât să rezulte o temperatură de culoare cât mai apropiată de cea corespunzând luminii solare (circa 5500°K)

Cantitatea totală de energie luminoasă emisă este proporţională cu produsul dintre capacitatea condensatorului, şi tensiunea de încărcare a acestuia.

Cu cât se realizează aceeaşi energie la o valoare mai mică a capacităţii şi o valoare mai ridicată a tensiunii, cu atât durata impulsului luminos este mai scurtă. Ea poate varia între 1/500 secunde şi 1/50.000 secunde la bliţuri speciale. Valorile foarte scurte se utilizează în general în scopuri ştiinţifice. Din cauza duratei foarte scurte a impulsului luminos, în cazul utilizării drept sursă luminoasă a lămpii fulger electronice se aplică o tehnică diferită de cea aplicată în cazul altor surse luminoase artificiale sau a luminii naturale. În timp ce, în cazul utilizării unei surse obişnuite, obturatorul se deschide o fracţiune scurtă din timpul cât luminează sursa, în cazul bliţului impulsul luminos este cel care durează o mică fracţiune din timpul total cât obturatorul este deschis. Astfel, expunând cu un bliţ cu durată de iluminare de 1/600 secunde, la un timp de expunere al obturatorului de 1/30 secunde, timpul de expunere real este cel determinat de bliţ, în cazul nostru 1/600 secunde, deci se vor putea „prinde" mişcări foarte rapide, cu toate că pe obturator este potrivit timpul de expunere 1/30 secunde.

Atenţie! La aparatele cu obturator focal (perdea), nu se poate lucra cu bliţul decât atunci când aparatul este setat pe timpii calibraţi de producător: 1/30s-1/250s. În această situaţie, prima perdea descoperă în întregime cadrul de expunere, abia apoi porneşte cea de a doua perdea, închizând din nou accesul luminii la peliculă. Trebuie menţionat faptul că în cazul aparatelor semiprofesionale si profesionale clasice şi digitale în momentul când li se ataşează un bliţ dedicat, automat acesta comandă aparatul printr-un procesor eliminând definitiv riscul fotografierii cu timp mai scurţi decât cei numiţi timpi de sincronizare. La un obturator central nu se pun asemenea probleme, în cazul unei sincronizări corecte a contactului cu lamele obturatorului putându-se lucra chiar la timpii cei mai scurţi (în general 1/500 secunde la un obturator Compur Rapid).

La baza tuturor calculelor legate de folosirea în regim manual a unei lămpi bliţ (fulger electronic) stă noţiunea de NUMĂR DIRECTOR (ND) valabil pentru o anumită sensibilitate, de obicei ISO 100.Numărul director este egal cu distanţa dintre corpul de iluminat şi subiectul ce urmează să fie fotografiat, înmulţită cu valoarea diafragmei la care se obţine o imagine corect expusă. Timpul de expunere în cazul acestei relaţii este considerat ca o unitate constantă şi egal cu timpul de sincronizare dintre fulgerul lămpii şi durata obturării sau, mai simplu, cu timpul cât sursa emite fascicolul luminos şi timpul cât obturatorul permite ca acest fascicol să impresioneze pelicula.

1. NUMĂRUL DIRECTOR = DISTANŢA DE FOTOGRAFIERE X DIAFRAGMA

$ND = d \times f$

de unde se poate deduce că:

2. DISTANŢA DE FOTOGRAFIERE = NUMĂRUL DIRECTOR/DIAFRAGMA

$d = ND/f$

3. DIAFRAGMA = NUMĂRUL DIRECTOR / DISTANŢA DE FOTOGRAFIERE

$f = ND/d$

Bliţurile computerizate, măsoară lumina reflectată de subiect (care reprezintă o măsură a energiei luminoase furnizate de bliţ până la momentul respectiv). În momentul când a fost realizat un flux luminos necesar impresionării corecte a materialului sau cip-ului, bliţul este stins automat, înainte de împlinirea duratei sale normale de ardere (1/500 la 1/1000 secunde). Avantajul unui asemenea bliţ cu computer este faptul că el ne scuteşte de a face calcule luând în considerare distanţa bliţ-subiect, etc. Rezultate bune pot fi obţinute mai uşor ca oricând prin utilizarea măsurării intensităţii luminii bliţului direct prin obiectiv prin sistemul TTL (trough the lens). Majoritatea aparatelor SLR dispun de această tehnică. O celulă fotoelectrică amplasată în interiorul aparatului foto măsoară lumina ce ajunge la film sau senzor digital, iar un computer va comanda durata bliţului pentru a realiza o expunere corectă, în domeniul realizabil de bliţ. Un alt avantaj al bliţului TTL îl constituie faptul că expunerea va rămâne corectă chiar dacă folosim un filtru fie pe obiectiv fie pe bliţ (care reduce cantitatea de lumină admisă) sau dacă se foloseşte lumina indirectă a bliţului.

La aparatele mai recente autofocus bliţul automatizează complet procesul autofocus, determinând singur distanţa faţa de subiect. Totodată cu setarea „Fill in" aparatul nu calculează ci judecă lumina existentă iar bliţul dă doar cantitatea de lumină necesară păstrându-se astfel atmosfera imaginii. Oricât ar fi de performante bliţurile pot fi „ păcălite " în cazul subiectelor cu contrast mare. În orice caz, profesioniştii folosesc un flash metru, pentru măsurarea luminii incidente in special în munca de studio cu mai multe surse bliţ, iar toate problemele legate de expunere sunt astfel perfect rezolvate.

Firme precum Broncolor, Elincron, Hensel, Multiblitz, au tradiţie în construcţia bliţurilor de studio de mare putere, şi dotează studiourile specializate în fotografierea diverselor produse cu scop publicitar, precum mobilă, automobile, modă, etc.

Expunerea

În fotografie prin expunere se înţelege asigurarea pătrunderii unei cantităţi suficiente de energie luminoasă spre emulsia fotosensibilă sau senzorul CCD, astfel ca să poată lua naştere imaginea subiectului fotografiat.

Valoarea cantitativă a expunerii rezultă din produsul dintre intensitatea iluminării imaginii optice şi durata cât acţionează această iluminare.

E = intensitate luminoasă x timp

Această formulă este valabilă in special pentru situaţii normale de expunere şi este cunoscută sub denumirea de „legea reciprocităţii". Ea îşi pierde valabilitatea de cele mai multe ori la expuneri mai lungi de 1s, şi mai scurte de 1/10000s (timpul de descărcare la unele bliţuri) - (a se vedea Ansel Adams, „The negativ", pag 30). Determinarea riguroasă a fluxului luminos ar cere măsurători fotometrice exacte, relativ complicate şi necesitând o aparatură costisitoare. De aceea se preferă un mod de lucru empiric, mult mai simplu de realizat. Se pleacă de la ideea că lumina Soarelui, atâta timp cât acesta nu este prea aproape de orizont, este aproximativ constantă. Ştiind din practică faptul că, de exemplu, o expunere corectă a unui subiect plasat în plin soare, în cazul utilizării unei pelicule de sensibilitate 100 ASA - 21 DIN şi a unui indice de diafragmă *f*=16 necesită un timp de expunere de 1/125 s, se poate calcula timpul corect de expunere pentru orice material fotografic de altă sensibilitate, pentru alt indice de diafragmă etc. În privinţa condiţiilor de iluminare diferite se consideră că în cazul unui cer uşor înceţoşat lumina scade la jumătate, în cazul soarelui ascuns după un nor lumina scade la un sfert etc.

Modul de utilizare a exponometrului

Există două moduri principial diferite de utilizare a exponometrului în vederea determinării timpului de expunere. Un prim mod de utilizare, cel mai curent, constă în *măsurarea luminii reflectate* de subiect spre aparat (Fig27a). Pentru aceasta, exponometrul plasat în vecinătatea aparatului se îndreaptă spre subiect, măsurându-se astfel lumina reflectată. Acest mod de utilizare dă însă valori eronate în cazul unor subiecte cu contraste foarte mari de luminozitate. Să ne imaginăm că vrem să fotografiem o floare situată în plin soare, în faţa unui fundal întunecat. Din cauza micimii ei, floarea reflectă doar foarte puţină lumină spre exponometru, care va indica "lumină foarte slabă", deci un timp de expunere foarte lung. În realitate însă ne trebuie acelaşi timp de expunere (scurt) ca şi atunci când floarea se află alături de o mie de alte flori identice, pe o pajişte în plin soare. Rezultatul va fi o imagine supraexpusă, floarea nu va prezenta nici un detaliu. În asemenea situaţii se impune o măsurare directă a *luminii incidente* asupra subiectului. Exponometrul se plasează alături de subiect (floarea) şi se îndreaptă spre sursa de lumină (Soare). Exponometrele moderne sunt prevăzute cu un ecran - calotă alb - lăptos ce se plasează înaintea celulei fotosensibile, la măsurarea luminii incidente. În felul acesta lumina este atenuată în mod corespunzător pentru ca indicaţiile exponometrului să dea valoarea corectă a expunerii. (Fig.27b)

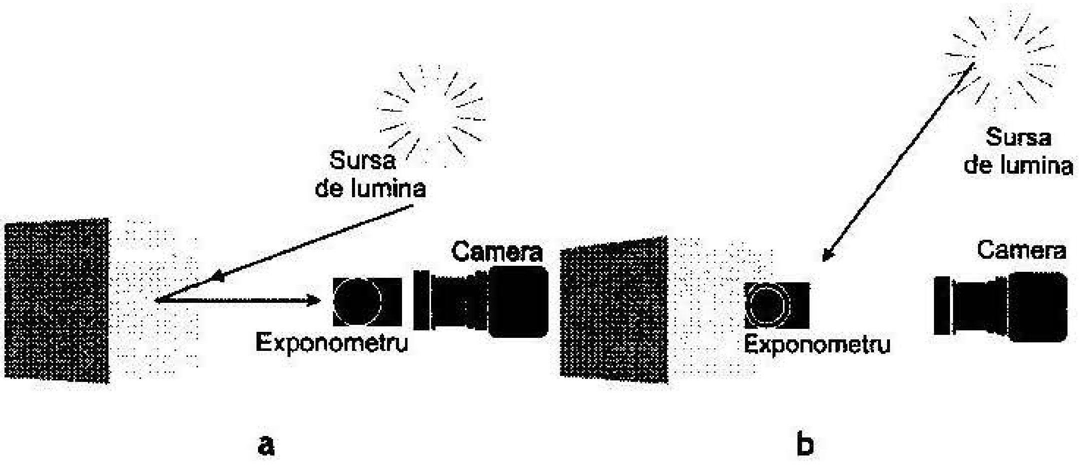


Fig. 27 a. Măsurarea luminii reflectate b. Măsurarea luminii incidente

Menţionăm că în unele aparate TTL cu expunere automatizată, elementul fotosensibil se plasează chiar în interiorul aparatului. În felul acesta celula „simte" şi dă comenzi electronice aparatului pentru a obţine o expunere cât mai corectă. În general măsurarea TTL oferă trei modalităţi principale de citire a luminii reflectate: măsurare generală, măsurare spot, şi măsurare multisegment, (matricială sau fagure), aceasta din urmă evaluează structura luminii reflectate de subiect şi va compensa expunerea cu ajutorul inteligenţei artificiale, ignorând zonele foarte strălucitoare din cadru dând o valoare optimă pentru restul zonelor.

Bine înţeles, sunt fotografi profesionişti care fac din tehnica măsurării luminii o adevărată artă relativ complicată, folosind măsurarea luminii cu exponometrul spot (1°) a luminii pe zone de la cele mai închise la cele mai deschise şi medii, aşa numitul „The zone sistem" *sistem zonal* [3].

Trepiedul

Fotografii sunt conştienţi de faptul că aparatele şi obiectivele sunt piese importante în munca lor, dar adesea uită de trepied. Mulţi fotografi de renume au ajuns la concluzia că pentru a obţine o imagine reuşită (cel puţin din punct de vedere tehnic) e nevoie de două accesorii esenţiale: O scară (să te poţi urca cât mai sus ca să observi subiectul de la o înălţime superioară înălţimii omului), şi un trepied cât mai solid. Astfel vom putea folosi orice valoare ISO, orice deschidere a diafragmei, şi orice timp de expunere fără a avea probleme cu neclaritatea produsă de mişcarea sau vibraţia aparatului în timpul expunerii. Un trepied permite un studiu atent al compoziţiei şi al punerii la punct în vizorul aparatului. Îndeosebi când se folosesc teleobiective puternice sau fotografieri cu expuneri lungi (sport, animale, arhitectură, fotografii nocturne, etc.). Pentru munca în studio se poate folosi cel mai mare şi mai greu trepied, iar pentru fotografiile in exterior se poate opta pentru un trepied de carbon, sau fibră de basalt care este foarte uşor şi foarte rezistent.

---

[3] A se vedea Ansel Adams, „The negativ", pag 47

Principii de obţinere a imaginii fotografice

Principiul clasic de obţinere a imaginii fotografice

Lumina exercită asupra suprafeţei corpurilor minerale sau organice o acţiune fotochimică ce poate fi considerată ca un rezultat de transformare a energiei luminoase în energie chimică.

Dintre toate corpurile sensibile la acţiunea luminii, puţine substanţe se pot utiliza în fotografie; unele săruri de argint au această proprietate în cel mai înalt grad, astfel că procedeul fotografic se bazează pe folosirea lor.

Clorura de argint, atunci când nu suferă acţiunea luminii, este albă. Prin expunere la lumină devine violetă si apoi cenuşie închis; acest fenomen se produce la cald, la rece, în aer, în vid, în stare uscată sau umedă. Această colorare indică o modificare chimică, ce este de fapt o descompunere parţială a clorurii de argint în clor gazos şi argint metalic. Argintul, astfel descompus, se prezintă sub forma unei pulberi maronii - cenuşii sau negre. Dar descompunerea clorurii de argint nu este completă, chiar după o expunere la lumină de foarte lungă durată; chiar după 18 luni de expunere, clorura de argint conţine încă două treimi din clorul iniţial.

Prezenţa însă a altor substanţe chimice în amestec cu clorura de argint (de exemplu acidul citric) uşurează descompunerea sării de argint şi poartă numele de sensibilizator chimic. Cu toate acestea, trebuia totuşi o durată lungă de expunere pentru a se fi obţinut o imagine utilizabilă, fotografia era deci lipsită de una dintre principalele sale caracteristici actuale: rapiditatea înregistrării imaginii. Dar dacă, în loc de a aştepta un timp indelungat ca lumina să acţioneze asupra sărurilor de argint până ce apare imaginea, se va lăsa lumina numai să înceapă această descompunere a sărurilor de argint, şi apoi, în completare, se va acţiona pe cale chimică, constatarea este că durata de expunere se poate micşora până la o fracţiune de secundă. Imaginea invizibilă, pe care lumina a imprimat-o şi care nu devine vizibilă decât sub acţiunea unor reactivi chimici speciali, se numeşte *imagine latentă*. Operaţia în sine se numeşte *developare* şi soluțiile reactive, *revelatori*.

Procese chimice

Punerea în evidenţă a imaginii prin trecerea de la imaginea latentă la cea vizibilă - în negativ sau în pozitive - are loc în urma unui proces chimic, cunoscut sub denumirea de *developare*, prin care halogenura de argint, impresionată la lumină, se disociază în elementele componente şi se evidenţiază argintul metalic, care formează astfel imaginea fotografică.

Developarea

Unele substanţe chimice numite *reducătoare*, în anumite condiţii, de exemplu în soluţii lichide au capacitatea de a se disocia cedând electroni pe care ionii metalici îi captează transformându-se în atomi metalici. Este o reacţie chimică de oxido - reducere ce se produce în procesul de developare. Substanţele reducătoare, în uzul fotografic, aşa cum s-a mai spus, poartă denumirea de *revelatori*. Pentru a satisface exigenţele practicii, soluţia revelatoare nu trebuie să developeze decât cristalele halogenurilor de argint impresionate de lumină - deci trebuie să se acţioneze selectiv - fără să slăbească imaginea latentă şi nici să coloreze gelatina; este necesar, de asemenea, ca "puterea" sa reducătoare să fie modificată după dorinţă. Aceste caracteristici se găsesc la unele săruri minerale sau produşii organici care sunt folosiţi aproape în exclusivitate. Sunt de uz curent: hidrochinona (paradioxibenzen), metolul (sulfat de monometilparamidoxibenzen), amidolul (clorhidrat de diamidofenol), Glicinul (paraoxifenil - glicin), fenidonul (monofeniltripirazolidon), fenilendiaminele (orto şi para) etc.

Mecanismul electrochimic al procesului de developare este următorul: agentul de revelare al soluţiei de developare fiind ionizat în timpul procesului de developare, ionii revelatorului procură electroni ionilor de argint ai granulelor de halogenură de argint, care au fost impresionate de lumină reducându-le în acest fel în stare de atomi de argint metalic. Concomitent cu această acţiune, se produce şi o oxidare a agentului de revelare, dând produşi de oxidare, care sunt în general instabili şi de culoare închisă. Este necesar a se acţiona împotriva efectelor de colorare a soluţiei de developare şi emulsiei fotosensibile supusă acestui proces. Se intervine de obicei cu o substanţă chimică - sulfitul de sodiu - ce are rolul de a face ca produşii de oxidare să fie practic incolori, apărând totodată şi agentul revelator de oxidare în contact cu aerul, calitate ce-i conferă numele de substanţă de *conservare*. Gradul de ionizare al agentului de revelare depinde de gradul de alcalinitate al soluţiei de developare, astfel că se face apel la o substanţă alcalină. Ea aduce soluţia la gradul de alcalinitate necesar şi menţine acest grad cât mai mult posibil in timpul utilizării. Se obţine în acest mod un surplus de revelare a soluţiei de developare, deci o accelerare a acestui proces, iar substanţa alcalină poartă numele de *acceleratoare*.

Întrucât agentul de revelare atacă într-o oarecare măsură şi granulele de halogenură de argint neexpuse la lumină, în special în cazul unui agent energic de revelare, este necesar a se diminua această energie prin încetinirea developării acestor granule. Se utilizează curent o substanţă chimică - bromura de potasiu - care împiedică formarea a ceea ce se numeşte voal chimic. Substanţa se numeşte *antivoal*.

Substanţele revelatoare se pot clasa după constituţia lor chimică:

Polifenoli: hidrochinonă, pirocatechină etc.

Poliamine: parafenilendiamine şi ortoparafenilendiamine.

Aminofenoli: para-aminofenol, diaminofenol etc.

O excepţie faţă de revelatorii din cele trei clase o formează fenidonul - de asemenea compus organic - care a fost propus să îndeplinească această funcţie din anul 1940 de Kendall.

Hidrochinona se prezintă sub forma de ace mătăsoase albicioase, este puţin alterabilă în aer şi la lumină, uşor solubilă în apă. Când pH-ul soluţiei este mai mare de 9, prezintă o mare energie şi tendinţă de voalare, dând tonuri negre, cu atât mai intense cu cât alcalinitatea soluţiei creşte. Un astfel de revelator este propriu developării imaginilor fără semitonuri, deci cu mare contrast. În asociere cu altă substanţă revelatoare (metol, fenidon etc.), se obţine o developare armonioasă în semitonuri. Bromurile diminuează sensibil energia de developarea hidrochinonei, ca şi temperatura scăzută.

Metolul este o pudră cristalină albă, puţin oxidabilă, dar solubilă în apă, fiind o puternică substanţă revelatoare. Revelatorul cu metol, preparat fără accelerator, developează lent şi cu foarte puţin contrast, cu părţi transparente chiar şi în zonele luminate. Asociat cu un accelerator (de exemplu, carbonat alcalin), developează repede imaginea şi aproape simultan în toate părţile imaginii, fie chiar subexpuse, dar niciodată nu dă opacităţi puternice chiar în zone supraexpuse, ceea ce - i conferă un efect „compensator". Pentru a obţine imagini ceva mai viguroase trebuie un timp de developare foarte lung. Se oxidează foarte lent în prezenţa unei cantităţi convenabile de substanţă conservatoare, nefiind sensibil la temperatura scăzută sau la diluarea soluţiei revelatoare, de asemenea dublarea sau triplarea dozei de substanţă antivoal nu influenţează acţiunea sa.

Glicinul se prezintă ca o pudră albă, compusă din mici lamele cristaline, practic inoxidabil în aer. Foarte solubil în apă, ca şi în soluţiile alcaline. Este un revelator care permite o preparare sub o formă foarte concentrată, fiind cel mai puţin oxidabil dintre toţi revelatorii. O energie de developare moderată are în soluţie cu carbonatul de potasiu, developând însă imperfect emulsiile subexpuse. Devine mai energic prin adăugarea de sodă caustică, dar atunci nu se mai conservă bine. Revelatorul cu glicin lucrează încet şi cu puţin contrast, fiind foarte sensibil la acţiunea bromurii şi la frig. Marea stabilitate a acestui revelator cu glicin îl face să fie preferat de mulţi fotografi care lucrează în tase mari, mai ales că diluat cu apă nu îşi pierde energia de developare. În asociere cu metol sau fedinonul se obţine o soluţie revelatoare foarte stabilă, dând imagini cu multe detalii şi cu o gradaţie armonioasă.

Fenidonul se prezintă ca o pudră albă, uşoară, puţin alterabilă în aer, insolubilă în apa, dar solubilă în soluţie alcalină sau în soluţii de sulfiţi neutre sau acide. Este o substanţă revelatoare foarte energică şi face să apară imaginea foarte repede. Asociat cu hidrochinona, înlocuieşte avantajos metolul, fiind necesar doar 7% în raport cu hidrochinona sau 0,1 din cantitatea de metol.

Tendința de voalare în cazul developării emulsiilor foarte sensibile, ca a celor negative, se combate prin adăugarea de 0,15 g de benzotriazol la litru. Fenidonul nu se utilizează decât asociat cu alte substanțe revelatoare, cele două funcții revelatoare fiind într-o poziție moleculară, care le mărește foarte mult energia de developare. În soluții în care pH-ul este mai mic ca 9, fenidonul asigură o granulație fină și lungă conservare a băilor, developând și cele mai slabe impresionări de lumină. Produsul de oxidare al fenidonului este incolor. Când este într-o soluție cu un pH mai mare de 9 în combinație cu hidrochinona exploatează mai bine sensibilitatea emulsiei decât revelatorul cu metil hidrochinonă. În combinație cu metolul sau glicina, devine un revelator foarte compensator.

Fenildiaminele sunt substanțe revelatoare cu energie medie de developare. În soluții puțin alcaline dizolvă superficial cristalele halogenurilor de argint și reduc restul în granule foarte fine de argint. În parafenilendiamină imaginile trebuie supraexpuse pentru ca prin developare să poată apărea și detaliile din zone umbrite; și ortofenilendiamina posedă cam aceleași caracteristici, cu deosebirea că nu produce iritații asupra pielii. Se mărește energia de developare a fenilendiaminelor în asociere cu metol sau fenidon.

Pirocatechina, excelent revelator, se prezintă sub forma unor lamele cristaline incolore, devenind în timp albe argintii, mirosind puternic a fenol. Aerul și lumina o alterează în timp. Este foarte solubilă în apă. Prezintă avantajul că este puțin oxidabil, convenind atât pentru negative cât și pentru pozitive de toate felurile. În soluție cu carbonați alcalini, nu produc nici o voalare, dând tonuri cenușii viguroase. Înlocuind carbonatul cu o mică cantitate de sodă caustică se mărește sensibil energia de revelare, devenind apt de developare chiar și a cristalelor impresionate de o cantitate mică de energie luminoasă, dând în final imagini armonios contrastante. Energia sa de revelare se poate diminua prin adăugare de bromura. Pirocatechina este utilizată pentru multe soluții de developare speciale. Marea sa rezistență la oxidare permite a fi utilizată cu mici cantități de sulfit de sodiu, sau chiar deloc. Formează o imagine argentică peste care este și o imagine secundară organică colorală, datorită produșilor de oxidare, care are ca efect întărirea părților mai puțin dense ale imaginii. Imaginile developate cu pirocatechină sunt cu multe detalii atât în părţile umbrite, cât şi în cele transparente.

Sunt diferiţi factori care influenţează procesul developării, astfel că soluţiile de revelare conţin şi alte substanţe chimice, cu scopul de:

- a se activa procesul developării şi a se revela complet imaginea latentă - substanţe acceleratoare (carbonat de potasiu, de sodiu etc.); acţionează prin înmuierea gelatinei, permiţând revelatorului să developeze şi mai mult în profunzime. O alcalinitate prea mare şi la o temperatură ridicată ajunge chiar să desfacă gelatina de pe suport;

- a se încetini absorbţia de oxigen a soluţiei revelatoare, care altfel se oxidează rapid şi prin oxigenul din aerul în contact cu suprafaţa liberă a soluţiei revelatoare - substanţe conservatoare (sulfit de sodiu etc.). Oxidarea are ca efect pe de o parte diminuarea energiei reducătoare a revelatorului, iar pe de alta colorarea soluţiei revelatoare, care coloraţie trece cu uşurinţă în gelatina emulsiei;

- a se împiedica apariţia voalului provenit din acţiunea prea energică a agentului revelator, care reduce o mică parte din halogenurile de argint neimpresionate de lumină - substanţe antivoal (bromură de potasiu etc.).

În continuare se vor descrie unele caracteristici ale substanţelor chimice care se adaugă în mod curent pentru a se forma soluţiile de developare:

Carbonatul de sodiu se prezintă sub două forme: cristalizat, având 63% apă şi cu aspect de sare eflorescentă, sau anhidru cu aspect de pudră albă. Se dizolvă uşor în apă, chiar mai rece, soluţia nefiind alterabilă. În stare anhidră este mai indicat de utilizat.

Carbonatul de potasiu este o sare granuloasă albicioasă, foarte solubilă în apă. Este un produs delicvescent (absoarbe apa din aer) şi, ca atare, nu trebuie lăsat în aer, fiindcă se degradează. Este indicat pentru soluţii de developare lente, ca şi pentru soluţii concentrate.

Hidroxidul de sodiu, sau soda caustică, se prezintă sub formă de batoane, plăci sau mici pastile, absorbind puternic umiditatea din aer ca şi acidul carbonic, care îl transformă în carbonaţi. Foarte solubil în apa, dezvoltând multă căldură, deosebit de caustic chiar şi în soluţie. Soda caustică purificată în alcool este de uz fotografic. Se recomandă pentru prepararea soluţiilor de developare concentrate cu o mare energie de revelare (de mare contrast, pH 12-14), dar numai în prezenţa unui tampon - se numesc tampon soluţiile conţinând un amestec de un acid slab cu o sare a unei baze puternice a aceluiaşi acid), fiindcă altfel degradează gelatina. Marea energie a soluţiei de developare scade destul de rapid.

Sulfitul de sodiu este un produs care se prezintă fie în stare de cristale albe eflorescente, fie ca pudră albă anhidră. Se oxidează lent în aer, ca şi în soluţii apoase, mai ales când a fost dizolvat la cald, astfel că se conservă destul de bine chiar şi în soluţie concentrată. Pentru a întârzia transformarea sulfitului în sulfat inactiv, se va face soluţia de 20%, adăugându-se şi o substanţă reducătoare (de exemplu hidrochinonă 1g la litru). Sulfitul de sodiu anhidru este mai stabil decât cel cristalizat, fiind deci preferat celui cristalizat.

Bromura de potasiu, substanţă anorganică, utilizată ca antivoal, se prezintă sub forma unor mici cristale albicioase, inalterabilă, dar foarte solubilă în apă rece. Se utilizează în mici cantităţi (1g la litrul de soluţie), iar la soluţiile de developare cu pH foarte mic, aproape că nu mai este necesară. O mare cantitate de bromură (10-20g la litru) constituie un antivoal foarte puternic dar încetineşte puterea de developare, astfel că este necesar un timp de developare mult mai lung. Totodată solicită şi o expunere mai lungă decât cea normală fiindcă altfel, în zonele umbrite, imaginea este lipsită de detaliu.

Benzotriazolul, compus organic, se prezintă sub forma unei pudre de culoare albă, solubil în apă, posedând proprietăţi antivoal mult mai active decât bromura de potasiu. Întrebuinţarea benzotriazolului este avantajoasă cu revelatori energici sau în soluţii de developare mai calde, ca şi pentru developarea emulsiilor sensibile perimate. În general, doza la litrul de soluţie de developare este de 0,6 g benzotriazol.

Evident că numărul de substanţe chimice utilizate în procesul de developare este mult mai mare decât cele menţionate, dar celelalte sunt fie de o utilizare mai specială fie mai puţin eficiente. Efectul soluţiei revelatoare asupra emulsiilor fotosensibile impresionate nu se manifestă decât după un anumit interval de timp, care variază în mod curent de la câteva secunde la câteva zeci de secunde, în funcţie de o serie de factori. Perioada care trece din momentul introducerii emulsiei fotosensibile în soluţia revelatoare şi până la apariţia primelor contururi ale imaginii vizibile poartă numele de *perioadă de inducție*. Dacă expunerea, care a impresionat emulsia fotosensibilă, a fost corectă, în timpul developării, în fiecare punct al imaginii, developarea are loc cu o viteză proporțională cu energia luminoasă care a acționat în acel punct. De obicei, apar mai întâi părțile luminoase ale subiectului, apoi cele medii şi apoi cele întunecoase. În cursul developării, părțile luminoase devin mai repede dense decât cele întunecoase, ceea ce are ca efect modificarea gamei de contrast a imaginii. Urmărind fazele developării, se observă că imaginea, după perioada de inducție, continuă din ce în ce să se contureze mai bine, până la un anumit moment, după care, deşi timpul trece, nu se mai produc schimbări semnificative cu aceeaşi viteză de până acum. În prima parte a procesului de developare, viteza de apariție a imaginii este mai mare decât viteza de apariție a voalului, până când cele două viteze devin identice, prima scăzând şi a doua crescând, moment care marchează sfârşitul perioadei normale de developare, după care procesul continuă mult mai lent. Prelungirea developării măreşte de asemenea densitatea generală a imaginii, ducând în extrem la apariția voalului chimic, care, evident, degradează imaginea.

Durata developării este foarte variabilă, limitele extreme fiind foarte îndepărtate una de alta, de la câteva secunde la zeci de minute, în funcție de următorii factori:

- caracteristicile emulsiei fotosensibile;
- condițiile de expunere şi intervalul de străluciri al subiectului;
- caracteristicile revelatorului, după compoziția sa chimică, temperatura de developare, gradul de epuizare a soluției şi după modul de agitare a emulsiei fotosensibile în soluție.

Diversele emulsii fotosensibile, în funcție de caracteristicile lor, redau în mod diferit gama de contrast a aceluiaşi subiect atunci când sunt developate în condiții identice. Dacă se doreşte a se obține totuşi imagini apropiate, atunci este indicat ca emulsiile fotosensibile contraste să fie developate un timp mai scurt şi de preferință într-o soluție de developare mai epuizată, în timp ce, pentru emulsiile fotosensibile de contrast redus, să fie developate într-un timp mai lung şi în condiții energice. În condiții identice de fotografiere, dar utilizând o dată o emulsie contrast şi altă dată una de contrast redus, se pot obține totuşi rezultate apropiate, developându-se prima în soluţii de developare mai puţin energice, iar a doua în soluţii de developare cu acceleratorii - alcalini caustici.Ca toate reacţiile chimice, şi procesul developării este mai activ la căldură decât la frig, dar temperatura modifică nu numai viteza de developare dar şi energia revelării. Temperatura normală de lucru este cuprinsă între 18 şi 22 °C.

O temperatură mai scăzută de 18°C lungeşte mult durata de developare şi are ca efect mărirea contrastului imaginii, în timp ce o temperatură mai ridicată de 22°C scurtează timpul de developare, dar apariţia voalului este mai evidentă, având deci ca efect diminuarea contrastului imaginii. Este de la sine înţeles că o soluţie de developare proaspătă şi neîntrebuinţată are o energie de revelare mai mare decât aceeaşi soluţie uzată sau oxidată. Este de reţinut că soluţia de developare nu se uzează numai prin epuizarea soluţiilor componente, ci şi prin formarea unei bromuri solubile a cărei acumulare în soluţie slăbeşte în mod treptat procesul de revelare. Dacă bromura rămâne pe stratul emulsiei fotosensibile în timpul developării, reducerea halogenurii de argint este întârziată, uneori numai local, astfel că remediul este o agitare în soluţia de developare, care accelerează procesul de revelare.

Baia stop

Odată atins nivelul normal de developare, procesul revelării trebuie oprit, astfel că imaginea formată trebuie transferată într-o soluţie uşor acidă care neutralizează alcalinitatea soluţiei de developare rămasă încă pe emulsia fotosensibilă a imaginii, reducându-se deci valoarea pH-ului şi producându-se oprirea revelării. Acidul acetic este indicat, având şi o puternică acţiune de tampon in gama pH-ului.

Fixarea

După developare, se poate constata că în stratul emulsiei fotosensibile au rămas halogenuri în stare iniţială, mai ales în porţiunile neimpresionate de lumină, care deci sunt susceptibile în continuare să fie influenţate de lumină, stricându-se astfel imaginea. Cristalele de halogenură de argint nedevelopate trebuie să fie eliminate dar, nefiind solubile în apă, nu pot fi eliminate de aici decât combinându-le cu o altă substanță chimică ca, în urma acestei reacţii chimice să rezulte un nou compus chimic, solubil în apă şi apoi eliminat.

Aceasta operaţie poartă denumirea de *fixare* şi se face prin intermediul unei soluţii în baie de fixare, care trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

- să facă solubile halogenurile de argint, fără însă a ataca argintul metalic rămas în urma developării în porţiunile impresionate de lumină ale emulsiei;
- să nu modifice nici tonurile şi nici gradaţia de tonuri a imaginii;
- sa nu atace gelatina şi nici s-o coloreze;
- să nu mai lase în gelatină nici o substanţa care să reacţioneze ulterior;
- să nu fie toxic.

Substanţa chimică care satisface aceste condiţii este tiosulfatul de sodiu sau de amoniu, care, în timpul fixării, formează cu ionii halogenurilor ioni complecşi - tiosulfat dublu de argint şi sodiu; acesta, fiind solubil în apă, este antrenat cu uşurinţă ulterior de apa de spălare. Într-o soluţie acidă, tiosulfatul tinde să se descompună şi formează sulf liber. Acidul acetic din baia de oprire, îmbibat în gelatina emulsie, descompune substanţa fixatoare tiosulfatul de sodiu, astfel că ea trebuie protejată. Metabisulfitul de potasiu, acidul boric sau bisulfitul de sodiu în soluţie, au uşoară reacţie acidă şi protejează tiosulfatul de sodiu. Astfel că degradarea soluţiei de fixare în acest caz este mult mai lentă. Prezenţa acestor acizi slabi in soluţia de fixare constituie de fapt o baie cu ciclul dublu, de oprirea developării şi de fixare.

Iată câteva dintre cele mai utilizate substanţe chimice folosite în soluţia de fixare:

- Tiosulfatul de sodiu se prezintă sub forma unor cristale prismatice transparente, uşor efluorescente, nealterabile în aer uscat. Soluţia de tiosulfat se descompune lent în timp, formând depozit de sulfură.

- Metabisulfitul de potasiu, sau pirosulfit de potasiu, este sub forma unor cristale incolore şi cu miros sulfuros, solubil la temperaturi mai scăzute (mai mult de 30%), prin dizolvare la temperaturi mai ridicate, descompunându-se. Poate fi înlocuit de bisulfitul de sodiu, în utilizare, dar este mai scump dar şi mai puţin alterabil.

- Acidul boric se prezintă sub forma unor solzi lucitori sidefii, foarte solubili în apa fierbinte. Este un acid slab.

- Bisulfitul de sodiu (sulfit acid de sodiu) este o pudră albă cristalină, dizolvându-se în apă, până la 45%.

- Clorura de amoniu sau clorhidratul amoniacal, se prezintă sub forma unor cristale albe, foarte solubile în apă rece, volatilizându-se în apă caldă.

Soluţiile de fixare, ca şi cele de developare, pot conţine şi alte substanţe chimice cu roluri diferite, spre exemplu de întărirea gelatinei şi împiedicarea dezlipirii ei de pe suport, mai ales pe timp călduros (alaun de crom, de amoniu, de potasiu). În general, sunt trei categorii de soluţii de fixare, în diferite variante fiecare, cu avantaje şi dezavantaje.

Astfel:

Soluţiile de fixare simple se recomandă a se utiliza numai după o baie de oprire, epuizându-se lent şi dând bune rezultate.

Soluţiile de fixare acide combină în realitate o baie de fixare cu una de oprire, protejând gelatina de a se umfla şi evitând oxidarea particulelor developate. Este soluţia de fixare cea mai utilizabilă.

Soluţiile de fixare tanante au ca scop, în primul rând, întărirea gelatinei, mai ales pe timp călduros, fiind deci cu utilizare specială.

În general, durata de fixare depinde de o serie de factori, şi anume:

- compoziţia emulsiei fotosensibile (emulsiile cu bromoiodură de argint se fixează mai lent decât cele cu bromură de argint);
- temperatura soluţiei (la 10°C durata este de 3 ori mai lungă decât la 20°C);
- gradul de concentrare a soluţiei de tiosulfat de sodiu (în cazul unei concentraţii mari, tiosulfatul se infiltrează greu în gelatina emulsiei şi deci procesul de fixare este foarte lent, concentraţia optimă fiind între 20-30%);
- frecvenţa agitării în baie a emulsiei (starea de imobilitate prelungeşte mult durata procesului).

O baie de fixare se consideră că nu mai poate fi utilizată nu numai prin diminuarea proporţiei de tiosulfat de sodiu, ci si datorită acumulării sărurilor metalice rezultând din combinaţiile cu halogenurile de argint. Fixarea în soluţii uzate lasă să subziste în gelatina emulsiei săruri de argint incolore şi insolubile în apă, ca şi alţi compuşi chimici sensibili la acţiunea luminii şi a gazelor atmosferice, cu efecte nefaste pentru imagine. Soluţiile fixatoare tanante, în special cele cu crom, nu se conservă bine, ca celelalte soluţii fixatoare, chiar neutilizate, după 4-5 zile, deşi îşi menţin proprietatea de a fixa, nu o mai au pe aceea de întărire a gelatinei. Procesul fixării imaginilor solicită aceeaşi atenţie ca şi cel al developării, întrucât de el depinde durabilitatea în timp a imaginii.

Spălarea

Gelatina emulsiilor fotosensibile, după fixare, creşte compuşi chimici solubili în apă, care trebuie eliminaţi prin spălare. Spălarea se poate face fie în tăvi cu apă curgătoare de la robinet, fie în tăvi cu apă care se reîmprospătează periodic de mai multe ori. Produşii chimici existenţi în gelatina emulsiilor, după baia de fixare, pot produce o decolorare a imaginii, datorită sulfurii de argint. Sulfura de argint supusă ulterior unei umidităţi relative mai mari se poate oxida lent, transformându-se în sulfat de argint, care este alb şi deci imaginea începe să dispară. În cazul unei spălări normale, în timpul primelor minute, circa 95% din compuşii chimici din gelatină se elimină considerându-se spălarea terminată numai când în gelatină mai rămâne circa 0,3%, cantitate care practic nu mai are nici un efect în viitor pentru imagine. Eliminarea totală a compuşilor chimici rezultaţi după procesul de fixare nu este posibilă.

Spălarea în curent de apă curgătoare este mai rapidă decât cea cu apă reîmprospătată periodic. Evident că durata de spălare depinde de metoda folosită, de temperatura apei, de metodologia de lucru ca şi de felul soluţiei de fixare folosite. Este dificil a se indica un timp de spălare, cel mai sigur criteriu fiind controlul chimic, care se poate face apei din tăvile de spălare. După spălare, se face uscarea suportului (dacă este cazul) şi a gelatinei emulsiei, adică evaporarea apei în aer (în mod natural sau forţat), cu care se închide ciclul de obţinere a imaginii fie în negative, fie în pozitive, după caz.

Procesul pozitiv

Are ca obiectiv obţinerea imaginii pozitive prin intermediul unei imagini în negativ. În fapt, imaginea pozitivă se obţine prin refotografierea imaginii negative pe hârtie fotografică (eventual filme sau plăci), fie pe cale optică - prin aparatul de mărit - fie prin contact - prin aparatul de copiat. În primul caz, se poate modifica mărimea imaginii pozitive față de cea de pe negativ, în timp ce prin contact, imaginea pozitivă se obține la aceeași scară cu cea de pe negativ. Procesului pozitiv îi sunt necesare patru elemente și anume: hârtia fotografică, o imagine în negativ pe suport transparent (uneori translucid sau chiar opac) numit clișeu, aparatura de impresionare a pozitivului și soluții pentru procesele chimice. În principiu, procesul pozitiv se desfășoară într-un laborator fotografic în care se asigură unele condiții specifice.

Dat fiind faptul apariției furtunoase a fotografiei digitale nu vom mai dezbate în detaliu acest procedeu. Cei curioși sau nosalgici pot studia cu succes: Ansel Adams „The Pozitiv" Ed. Little Brown, John P. Schaefer „Basic techniques of photography" Ed. Little Brown, Colecția Foto -film Ed. Tehnică București, etc.

Principiul digital de obținere a imaginii fotografice

În fotografia digitală, imaginile nu mai utilizează argintul și substanțele fotosensibile folosite de pelicula foto, ci ele sunt înregistrate sub forma unei rețele de pixeli de către circuite integrate fotosensibile. Aceste circuite integrate pot fi senzori de tip CCD (charge coupled devices – dispozitiv cu cuplaj de sarcină) sau CMOS (complementar metal oxide semiconductor - oxid metalic semiconductor complementar), care reprezintă baza camerelor digitale. Cu alte cuvinte totul se învârte în jurul acestor cipuri, care înregistrează lumina și o traduc în simboluri binare - cifrele 1 și 0. Când un cip CCD este încărcat cu electricitate, senzorii săi devin sensibili față de lumină. Cipul CCD este alcătuit din milioane de senzori care pot înregistra lumina la fel ca pelicula foto tradițională.

Cipul CCD a fost inventat în anul 1969 de doi savanți de la compania Bell Labs, și introdus pe piață în 1974, dar a fost abandonat după câțiva ani de experimentări. Compania japoneză Sony a început să experimenteze cu această tehnologie și a dezvoltat în jurul ei o întreagă industrie. Au fost necesari peste treizeci de ani pentru ca primii cercetători optimişti să-şi atingă ţelul. El este cel mai uzual dintre senzorii utilizaţi pentru camerele TV, deoarece asigură imagini de calitate şi cu zgomot redus. Atunci când se citeşte de pe un senzor CCD, valorile pixelilor, sarcinile sunt transportate prin senzor, linie cu linie, si apoi sunt comutate într-un convertor analog-digital care transformă valoarea fiecărui pixel într-o valoare digitală. Această invenţie extraordinară prezintă doua probleme specifice: fabricarea şi consumul de energie.

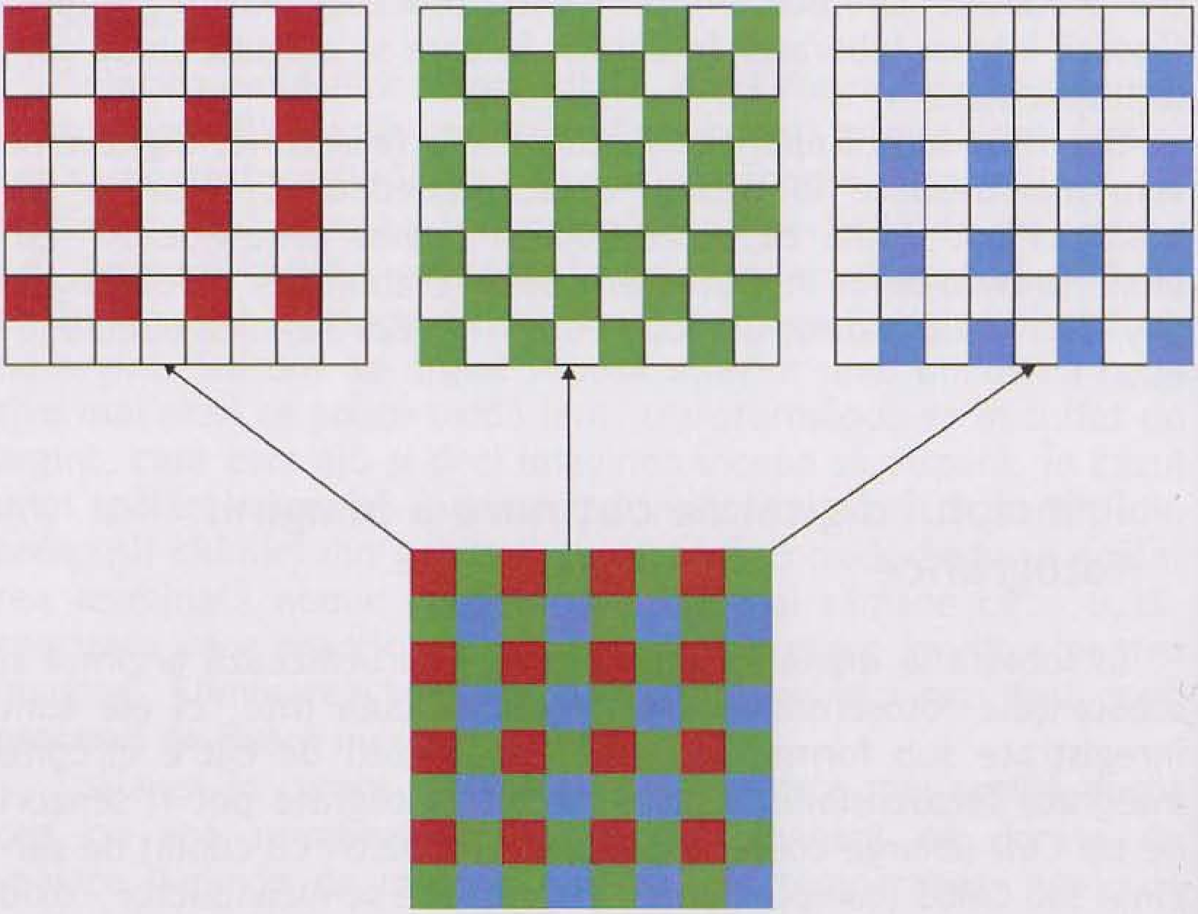


Fig.27 Senzorul CCD

Producerea de senzori CCD este foarte costisitoare, întrucât sunt necesare laboratoare şi echipamente speciale (se spune că jumătate din preţul unui aparat digital este alocat cipului). Senzorii CCD sunt în acelaşi timp mari consumatorii de energie. Deşi cipurile CCD din camerele foto medii au aproximativ 8mm, consumă energie foarte rapid. Senzorii CCD sunt dispozitive monocromatice, care măsoară pur şi simplu tensiunea primită de fiecare pixel. Pentru a capta culoarea, în faţa senzorului CCD trebuie amplasat un filtru care separă lumina vizibilă în culori primare. Acest filtru se numește *mască* sau *rețea*.

În prezent, masca de tip Bayer este cea mai utilizată în camerele digitale. Senzorii CCD pot căpăta doar o singură culoare pentru un pixel. Pixelii verzi sunt mai numeroși decât cei roșii și albaștri în raport de 2:1. Explicația o constituie faptul că ochiul omului este mai sensibil față de culoarea verde, și din acest motiv cincizeci la sută dintre pixelii unui senzor CCD sunt destinați acestei culori (fig.27). Totuși masca Bayer nu constituie cea mai eficientă modalitate de captare a culorilor, din mai multe motive:

Pentru fiecare pixel „virtual" sunt necesari trei pixeli. Cei trei pixeli distincți, pentru culorile roșu, verde și albastru, sunt combinați în software pentru a crea un pixel virtual în centrul lor. Rezultă un pixel virtual care reprezintă lumina și culoarea din punctul respectiv în senzorul CCD. Dezavantajul este că acest sistem irosește pixelii, iar spațiul dintre pixeli mărește dimensiunea senzorului CCD. În plus este captat doar o parte din culoarea verde. Ceea ce duce la o pierdere a clarității imaginii.

Forma pătrată nu este cea mai eficientă. Prin plasarea a trei pixeli împreună pentru a crea un pixel virtual în centru, spațiul dintre pixelii reali și pixelul virtual este destul de mare. Compania Fuji a dezvoltat tehnologia Super CCD, folosind pixeli hexagonali pentru reducerea spațiilor moarte.

Interpolarea software - programele software trebuie să combine valorile imperfecte roșu, verde și albastru într-o culoare imperfectă. Astfel fiind posibilă apariția artefactelor de culoare.

Senzorii imprecişi folosiți cu masca Bayer necesită filtre pentru reducerea artefactelor de culoare. Aparițiile aleatorii ale artefactelor și necesitatea acestor filtre impun software-urilor diminuarea contrastului.

Senzorul CMOS este un substituent ieftin al variantei CCD, care rezolvă unele dezavantaje ale acestuia, dar introduce propriile sale inconveniente. Senzorii CMOS produc imagini de calitate medie, mai susceptibile la zgomot decât senzorul CCD. Fiecare pixel de pe un senzor CMOS poate fi citit individual, ceea ce duce la o fabricație mai flexibilă și la costuri mai reduse. Pentru fabricarea lor se folosesc aceleași echipamente ca și pentru cipurile calculatoarelor. Flexibilitatea senzorului CMOS este de altfel, motivul pentru care ei nu sunt la fel de preciși ca senzorul CCD. Fotonii nu cad pe fotodiodă, ci pe tranzistorii de lângă fiecare pixel CMOS şi, de aceea devine mai puţin sensibil la lumină. Cipul CMOS consumă până la de o sută de ori mai puţină energie decât CCDul şi de aceea ele apar şi în dotarea telefoanelor mobile.

În 2001, a fost anunţată crearea tehnologiei Foveon, bazată pe CMOS, şi care foloseşte straturi de senzori pentru a înregistra culorile roşu, verde şi albastru la fiecare locaţie de pixel. Această tehnologie se bazează pe o reţea de senzori CMOS în strat triplu, care captează mai întâi lumina albastră, apoi pe cea verde şi în cele din urmă pe cea roşie (Fig.28). Tehnologia foloseşte puterea de penetrare diferită a luminii. Lumina roşie poate pătrunde mai uşor prin siliciu în comparaţie cu lumina verde sau cea albastră şi de acea stratul roşu se află la baza pachetului de trei straturi. Practic fiecare senzor din tehnologia Foveon este un ochi care captează exact culoarea şi intensitatea luminii pe care o receptează.

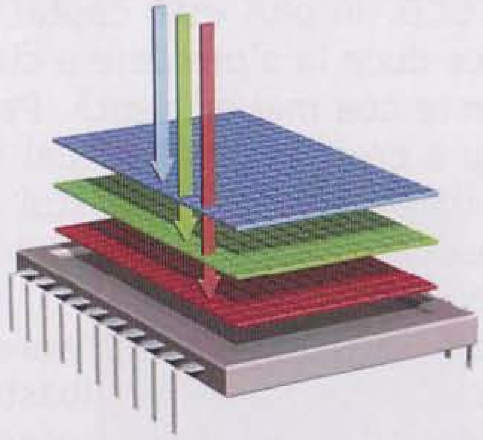


Fig.28 Principiul Foveon

Evident marile companii producătoare de echipament digital Sony, Canon, Nikon, Olympus, etc., vor lansa periodic îmbunătăţiri aduse acestor sisteme.

Cheia revoluţiei digitale este cardul de suport digital, numit şi film digital. Filmul digital este o memorie flash, adică o formă specială de memorie care nu se şterge la oprirea alimentării. Suportul flash are şi următoarele calităţi: nu este fragil, şi poate fi utilizat în orice moment pentru tipărirea imaginilor. Camerele digitale folosesc următoarele tipuri de suporturi: Memory Stik, Memory Stik Duo, SD (Secure Digital), MMC (MultiMedia Card), CF (Compact Flash), Smartmedia, xD (Extreme digital).

Formate de fişiere pentru stocarea imaginilor digitale

Formate de fişiere cele mai uzuale în stocarea imaginilor digitale:

Formatul JPEG (Joint Photographic Experts Group - Grupul reunit de fotografi experţi) este formatul preferat pentru comprimarea fotografiilor. JPEG poate comprima o imagine până la o dimensiune aflată între doi şi cinci la sută din mărimea fişierului original, dar, pe măsură ce gradul de comprimare creşte, apare o pierdere corespunzătoare a calităţii imaginii. JPEG este denumit proces de comprimare cu pierderi, deoarece în decursul comprimării se pierd informaţii vizuale. Algoritmul de comprimare extrage informaţii esenţiale dintr-o imagine şi renunţă la informaţiile inutile. Din cauza informaţiilor pierdute, imaginile puternic comprimate prezintă distorsiuni vizibile, numite artefacte de comprimare. JPEG fiind conceput în special pentru fotografi, sacrifică culoarea în folosul strălucirii. Ochiul uman este foarte sensibil la modificările de strălucire, dar nu şi la cele de culoare. Din acest motiv algoritmul de comprimare JPEG poate înlătura informaţii despre culoare sau poate face media lor, fără să afecteze informaţiile despre strălucire.

Formatul JPEG2000

Noile îmbunătăţiri ale formatului fişierului JPEG, promit calitate şi comprimare superioară. JPEG2000 este recunoscut de numeroase camere digitale oferind numeroase avantaje faţă de JPEG: Scalabilitate în funcţie de rezoluţie, canal de culoare sau calitate, profunzime pe 38 biţi, comprimare bazată pe miniundă (CWT - Cosine Wavelet Transform - transformare cosinus miniundă), codificare fără pierderi, etc.

Formatul TIFF

Tagged Image Fille Format - se apropie în cea mai mare măsură de un format de fişier universal pentru fotografi. El poate fi citit de cele mai multe software-uri pentru crearea imaginilor. TIFF stochează imaginile în diverse profunzimi de biţi, atât în RGB cât şi în CMYK, include comprimare fără pierderi şi este incorporat în majoritatea echipamentelor hardware pentru crearea imaginilor: scanere şi camere digitale. Formatul TIFF recunoaşte spaţiile de culoare Grayscale, Indexed Color, RGB, YcbCr, CMYK şi CIELab (LAB).

O deficienţă minoră a formatului TIFF este faptul că nu poate stoca grafică vectorială, aşa cum sunt căile sau textul în Photoshop.

Formatul RAW

Oferă stocarea imaginii în stare pură necomprimată aşa cum a fost captată de cip. Formatul RAW a început să înlocuiască din ce în ce mai mult formatul TIFF care produce fişiere de mari dimensiuni în mod nejustificat. RAW nu poate fi deschis decât de softuri speciale, şi de ultimele versiuni Adobe Photoshop. Unele camere pot fotografia atât în RAW cât şi în JPEG concomitent creându-se astfel posibilitatea de a avea aceeaşi imagine în două formate. Formatul RAW se foloseşte când se doreşte obţinerea de imagini de înaltă calitatea tehnică şi care urmează a fi tipărite la dimensiuni considerabile

Formatul PSD

Formatul PSD (Photoshop Document File) al aplicaţiei Photoshop este formatul de fişier dedicat programului Adobe Photoshop şi Photoshop Elements. Formatul PSD poate stoca în mod impecabil straturi, seturi de straturi, căi, canale, măşti şi adnotări. Ceea ce duce la crearea de fişiere de mari dimensiuni, similare cu cele ale formatului TIFF.

Spaţiul de culoare

Pentru înregistrarea culorilor, camerele digitale se bazează pe descrierea spaţiului de culoare. Acesta face parte dintr-un algoritm de procesare, mărgineşte valorile de lumină captate de senzorul camerei într-un *spaţiu de culoare* definit. În esenţă, camera digitală poate să capteze doar culori specifice, nu întreg spectru de culori. Fapt mai puţin important deoarece ochiul uman nu poate observa culorile cu foarte mare precizie.

În prezent se utilizează mai multe metode pentru spaţiul de culoare:

RGB - Metoda RGB cunoaşte mai multe spaţii de culoare, cum ar fi: Apple RGB, Adobe RGB, şi sRGB. Fiecare spaţiu de culoare defineşte culoarea prin trei axe (RGB), dar diferă prin gama de culori, şi alte caracteristici. Imaginile RGB pot fi considerate trei imagini de nuanţe gri (numite canale) ce reprezintă valori de lumină pentru roşu (R), verde (G), şi albastru (B). Prin combinarea acestor trei canale, se obţine un domeniu larg de culori vizibile. Amestecul celor trei culori generează culoarea albă, spre deosebire de spaţiul de culoare CMYK, care generează culoarea neagră. Din acest motiv spaţiul de culoare RGB este numit *model aditiv*.

sRGB – În prezent acesta este spaţiul de culoare standard pentru camerele foto şi monitoarele de calculator. El a fost introdus de companiile Microsoft şi HP în 1996. Standardul sRGB include trei zone importante: definirea colorimetrică RGB, valoarea gama echivalentă de 2,2 şi o serie de condiţii de vizualizare bine precizate. În felul acesta a rezultat un spaţiu de culoare identic pentru toate dispozitivele, de la camere digitale la imprimante. Unica problemă este faptul că standardizarea implică existenţa a mai puţine culori.

YUV – Standard de televiziune descoperit în anii 50 utilizat în Europa, care permite compatibilitatea retroactivă cu televiziunea alb negru. Versiunea YIQ este utilizată în sistemele de televiziune nord americane. De asemenea, toate sistemele DVD se bazează pe spaţiul de culoare YUV-YIQ, precum şi sistemele de televiziune PAL, SECAM şi NTSC. Cei care au inventat spaţiul de culoare YUV aveau nevoie de o modalitate prin care transmisiile televiziunii color să fie compatibile retroactiv cu televizoarele alb negru. De asemenea, semnalul de culoare pe care l-au realizat trebuia să conserve lăţimea de bandă, deoarece trei canale da date RGB nu ar fi încăput în spaţiul de semnal de emisie limitat. Sistemul YUV foloseşte informaţii RGB, dar creează o imagine alb negru (Y = luminanţă, strălucirea pixelului) din imaginea color integrală şi apoi elimină cele trei culori primare, rezultând două semnale suplimentare ce redau culoarea. Recombinarea celor trei semnale duce la o imagine color integrală. Important de remarcat este faptul că, în ambele cazuri, dacă este eliminată crominanţa (informaţia despre nuanţă sau culoare din fişier = U şiV), rezultă o imagine alb negru.

CMYK - Imprimantele color şi maşinile de tipar ofset se bazează pe spaţiul de culoare CMYK, ce corespunde pigmenţilor de culoare cian (C), magenta (M), şi galben (Y). Este inclusă şi culoarea negru (K) aceasta nefiind absolut necesară. Culorile C, M şi Y absorb culorile pe hîrtie creând negrul (prin suprapunere). Metoda CMYK diferă de RGB, care formează albul prin combinarea culorilor R, G şi B. Din acest considerent, spaţiul de culoare CMYK se mai numeşte şi *metodă substractivă*.

Similar cu spaţiul de culoare RGB, fiecare culoare este reprezentată prin trei componente: C, M şi Y, care conţin valori în domeniul 0 - 255.

CiéLAB - Modul de culoare LAB separă culoarea în valori:

L - reprezintă strălucirea relativă;

A - reprezintă raportul roşu - verde relativ;

B - reprezintă raportul galben - albastru relativ.

Aplicaţia software Photoshop produsă de Adobe foloseşte metoda LAB ca spaţiu de culoare de bază, deoarece culoarea LAB poate fi transformată în alt spaţiu de culoare fără a fi afectate intensităţile sau nuanţele culorilor. Desigur, Photoshop lucrează cu acelaşi succes şi în alte spaţii de culoare; de fapt spaţiul de culoare RGB este strâns asociat culorii LAB. În 1991, metoda CieLAB a fost adoptată în toată lumea ca metodă de bază pentru spaţiul de culoare.

Metodele descrise mai sus sunt cele mai uzuale spaţii de culoare. Camerele digitale se bazează pe spaţiul de culoare RGB, care prezintă totuşi câteva neajunsuri. Unul dintre acestea este faptul că depinde de dispozitiv. Cu alte cuvinte, atunci când camera foto înregistrează o imagine, aceasta ar putea să nu apară la fel pe monitor (alt dispozitiv RGB), ceea ce poate să cauzeze neplăceri unor fotografi profesionişti pretenţioşi. Cu toate acestea majoritatea aparatelor foto digitale se bazează pe spaţiul de culoare sRGB şi doar cele mai sofisticate oferă varianta Adobe RGB, care este mai bogat.

Rezoluţia camerelor digitale

Termenul rezoluţie este definit ca fiind procesul sau capacitatea de a face să poată fi distinse porţiunile individuale (detaliile cele mai fine) ale unui obiect, precum şi imaginile adiacente. Altfel spus, rezoluţia este o măsură a elementelor sau a pixelilor dintr-o imagine - de exemplu, numărul de pixeli dintr-o imagine digitală sau al punctelor din tipăritura unei imprimante cu jet de cerneală. În mod curent camerele foto digitale utilizează termenul *megapixel* pentru a-şi defini rezoluţia; în acelaşi scop imprimantele utilizează termenul *dpi* (dots per inch - puncte per inci), iar scanerele folosesc termenul *ppi* (pixels per inch - pixeli per inci).

În anul 1998, primele aparate digitale sofisticate aveau 1 megapixel sau mai puţin, şi puteau crea imagini digitale la rezoluția de 1280 x 960 pixeli. De atunci marile companii producătoare de aparate digitale au fabricat dispozitive şi componente tot mai performante si mai ieftine. Azi clasa medie de aparate oferă rezoluția de 3000 x 2000 pixeli, oferind o calitate a imaginii comparativă cu cea a filmului. Rezoluția digitală este dată de rezoluția senzorului şi de rezoluția ieşirii.

Rezoluţia senzorului este mărimea în pixeli a senzorului. De exemplu: 2MP, 6MP, 8MP, 12MP, etc. Cu cât senzorul este mai mare, cu atât rezoluția imaginii este mai mare. În cazul camerelor digitale nu poate fi utilizată mărimea pixeli per inci. Motivul este că senzorii CCD au dimensiuni diferite - un senzor de 2,1MP poate fi de două ori mai mare decât unul de 4MP. De aceea rezoluția se enunță doar in termenii pixelilor totali (megapixeli MP) sau ai rezoluției de ieşire (3000 x 2000 pixeli). Toate aparatele digitale de la cele mai ieftine până la ultimele modele de Nikon sau Canon au ieşirea de 72 pixeli per inci. Generaţia captorilor 2005 profesionali oferă 300 ppi sau chiar peste (la unele modele Olympus).

Rezoluţia filmului este influențată de calitatea obiectivului, sensibilitatea şi tipul filmului, condițiile de iluminare, prelucrarea sa, developare, temperatură, precum şi nevibrarea aparatului în timpul fotografierii. În vederea digitalizării unui mediu analog, cum este pelicula foto, acesta trebuie scanat. Imaginile digitale sunt alcătuite după cum ştim din şiruri de cifre 1 şi 0, care pot fi importate fără pierderi într-un program de prelucrare a imaginii. Cel mai bune scanere pentru uz foto analog sunt cele cu tambur (drum scan). Scanerul restricționează filmul la o limită de 20 de milioane de pixeli, ceea ce înseamnă că o cameră digitală care poate realiza imagini de 5000 x 4000 pixeli va egala calitatea unui negativ(24x36 mm) scanat. Camerele actuale de 11 MP cu rezoluția de 4064 x 2704 pixeli, se apropie de rezoluția respectivă. Evident rezoluţii superioare precum 16 MP sau 22MP folosite de unele camere sau de unele sisteme gen Digital beck (spate digital) tind să egaleze şi rezoluţia filmelor din clasa formatelor medii sau mari (6x6cm - 9x12cm).

Recent a fost anunțat lansarea senzorului de 32, şi chiar de 85 MP...

Sensibilitatea la lumină

Cu cât sensibilitatea la lumină a senzorului digital sau a filmului este mai mare, cu atât este necesară mai putină lumină pentru a produce o imagine. Valoarea sensibilităţii poată fi evaluată prin diverse sisteme: ISO (International Organization for Standardization), ASA (American Standard Asociation) şi EI (Exposure Index). Toate întrebuinţează aceeaşi convenţie de progresie numerică: sensibilitatea CCDului se dublează o dată cu dublarea valorii ISOului. Când setăm ISO 800 pe o cameră digitală, trebuie să ştim faptul că senzorul este de două ori mai sensibil decât la valoarea 400 ISO şi de patru ori mai sensibil decât valoarea 200 ISO, etc.

Ca şi în cazul filmelor cu cât sensibilitatea este mai mare cu atât apar o serie de zgomote specifice (granulaţie, artefacte, etc.), dar fotografiatul în situaţii de lumină precară sau evenimentele dinamice sportive nu mai sunt o problemă, devin chiar o plăcere, pe când un ISO mic oferă performanţe maxime în redarea detaliilor obiectelor statice în fotografia de studio gen publicitar, portret, modă, în peisaje, arhitectură etc., iar granulaţia este aproape inexistentă, fapt propice pentru mărirea sau tipărirea imaginii la dimensiuni considerabile.

În ceea ce priveşte sensibilitatea şi latitudinea de expunere a unor medii fotosensibile trebuie subliniat faptul că diapozitivele color şi camerele digitale au o latitudine de expunere relativ redusă.

Cele mai mici sub, sau supra expuneri (+/- 1/2, 1 f Stop) pot compromite imaginea în unele cazuri. În condiţiile de iluminare cu un anumit grad de contrast filmele, diapozitivele şi majoritatea camerelor digitale nu sunt capabile să înregistreze domeniul întreg de strălucire (zăpada sau nisipul, umbre foarte întunecate, etc.), datorită faptului că domeniul de strălucire al scenei (contrastul general este mai mare decât domeniul de expunere al filmului sau senzorului). Dacă umbrele sunt expuse corect, zonele cele mai luminoase vor fi de un alb pur. Dacă zonele de lumina sunt bine expuse, umbrele vor fi complect negre. În aceste cazuri putem recurge la un compromis şi să expunem pentru zona cea mai importantă a scenei deasemenea putem recurge la tehnica de Bracketing (efectuare de fotografi suplimentare cu expuneri diferite). Soluţia cea mai bună pentru scenele cu contrast mare de multe ori poate fi utilizarea unui blitz sau al unui reflector pentru a adăuga lumina in zonele umbrite si a reduce astfel contrastul scenei.

Unele camere digitale profesionale captează 36 de biţi per pixeli în loc de 24 de biţi per pixeli şi fac astfel faţă cu succes scenelor cu contrast ridicat. Deşi 24 de bitsi per pixeli înseamnă că sunt posibile milioane de combinaţii de culori, valoarea de 36 de biţi per pixeli sporeşte această capacitate la miliarde de combinaţii. Astfel reuşind să se apropie de senzaţia ochiului uman.

Echilibrul culorilor în fotografia digitală (White Balance)

Senzorul digital precum şi filmele color înregistrează culori pe care ochiul uman nu le vede în momentul efectuării fotografiei. Aceasta se datorează faptului că cipul este presetat pentru a reproduce cu precizie culorile în anumite condiţii de culoare. Culoarea luminii naturale se modifica in funcţie de vreme şi de momentul zilei. Filmele color şi senzorul digital de obicei sunt echilibrate pentru lumina solară la amiază (Daylight - 5500°K ora aprox. 12-15). Temperatura de culoare, este măsurată după cum sa precizat în capitolul introductiv, în grade Kelvin, iar aparatul de măsură se numeşte colorimetru.

Camerele digitale nu sunt imune la problemele referitoare la echilibrul cromatic, deşi caracteristica de *white balance* cu care sunt dotate majoritatea ajută la reducerea inconvenientelor, atunci când este utilizată corespunzător. Balansul de alb poate fi configurat înaintea începerii fotografiatului propriu-zis. În felul acesta, camera consideră o anumită *culoare dominantă* a iluminării ca fiind lumina albă pură. Scopul neutralizării albului, este de a determina senzorul camerei foto să vadă culoarea dominantă ca alb pur. Cele mai multe camere digitale pot să echilibreze cu precizie culoarea locală a iluminării şi să depăşească acest inconvenient. Şi totuşi, ocazional, sistemele lor de ajustare automată sunt puse în dificultate. Lucru acesta se întâmplă de obicei în interior, unde sistemele de iluminare pot prezenta temperaturi de culoare din cele mai diverse. Culorile calde au temperaturi de culoare scăzute, (1600-3600°K) iar culorile reci au temperaturi de culoare ridicate (6000-10000°K).

Pentru a configura balansul de alb al camerei foto digitale putem opta pentru una din următoarele presetări:

Auto - această opţiune corectează automat balansul de alb.

Daylight - corectează balansul de alb in cazul fotografierii în exterior.

Tungsten - balansează temperatura de culoare la fotografiile făcute cu lumină artificială (foc, becuri cu filament, etc. 3000-3200°K).

Fluorescent - reduce verdele în cazul fotografierii în situaţii în care sursa de lumină este fluorescentă (ex. Neon, 4000-4500°K).

În acest context trebuie amintit faptul că unele aparate foto digitale profesionale pe lângă alte poziţii ca: Shade, Cloudy, Flash, Custom, oferă şi posibilitatea corecţiei manuale (Personal WB) a balansului de alb, din grad în grad, printr-un reglaj foarte fin al valorilor.

Bine înţeles că micile debalansări cromatice pe care anumite imagini le pot avea, pot fi corectate şi cu ajutorul unor programe de editare foto. Şi nu în ultimul rând să nu neglijăm zona subiectivă de apreciere a imaginilor color - unii preferă culori mai calde, alţii mai reci, alţii mai stridente, iar alţii mai pastelate etc. Fapt ce a dus la renunţarea la fotografia color a multor fotografi de valoare tocmai pentru această incertitudine asupra imaginii color „perfecte". Tot aici trebuie menţionat că după cum se ştie, fiecare film are câte o predilecţie spre o tentă cromatică, iar azi se constată din start o uşoară tentă gălbuie sau magenta a imaginilor numerice.

Tendințe tehnice

Majoritatea amatorilor sunt mulțumiți cu fotografii de amintire, de album. Calitatea acestora le este indiferentă atâta timp cât „arată" ceva, iar imaginea a fost obținută cu minimum de bătaie de cap, cu un aparat care rezolvă singur toate problemele tehnice și, totodată, nu costă mult. O minoritate a amatorilor sânt foarte pretențioși în ceea ce privește calitatea imaginilor lor. Ei experimentează aparate și procedee tehnice care să-i ajute la obținerea unei perfecțiuni iluzorii.

Profesioniștii, care nici ei nu formează o categorie unitară, sânt mânați de lupta concurențială dintre ei. Exigențele lor și ale clienților lor sânt din ce în ce mai ridicate. Dacă se compară, de exemplu, fotografiile publicitare sau cele de modă de acum câțiva ani, cu cele de astăzi, se vor observa mari deosebiri calitative, mai ales în domeniul fotografiei color. Chiar și în cadrul unei profesii relativ restrânse - fotojurnalismul - sunt prezente deosebiri fundamentale în ceea ce privește tipurile de aparate, de accesorii și de materiale fotosensibile. Altfel de „scule" sunt cerute de fotoreporterul specializat în sport, decât cele pe care le folosesc reporterii de evenimente ale cotidianului. Pe de altă parte, fotoreporterii care lucrează sub presiunea timpului, pentru agenții de presă sau pentru marile cotidiene, au nevoie, în afară de aparate speciale, de posibilități sigure și rapide de transmitere a imaginilor la redacții, uneori din locuri foarte îndepărtate.

Confruntați cu această mare diversitate de dorințe și exigențe, constructorii de aparate se află în fața unor probleme greu de rezolvat. Elaborarea noilor tipuri de aparate necesită o muncă de cercetare și experimentare foarte laborioasă, legată de investiții masive. În plus, complexul de operații pentru cercetarea pieței, marketing şi publicitate extensivă se soldează de asemenea cu cheltuieli de ordinul multor milioane de dolari. Accentul se pune din ce în ce mai puternic pe sistemele modulare care tind să satisfacă cât mai multe din cerințele atât de diversificate ale cumpărătorilor potențiali. Rezultatul este, din nefericire, o apreciabilă scumpire a aparatelor şi a accesoriilor. Cumpărătorul de rând devine, fără să vrea, proprietarul unui aparat care poate mai multe decât are el nevoie şi care îl costă mult mai mult decât era doritor să cheltuiască. Iar, după un timp relativ scurt, el devine posesorul unui aparat demodat, cu uzură morală, pe care nu-l mai poate vinde decât la un preț mult inferior celui plătit.

Prin apariția aparatelor digitale de mare rafinament produse de industria constructoare de aparatură fotografică, s-a întețit lupta de concurență dintre producători. Fiecare are nevoie an de an de inovații cât mai insolite pentru sloganurile campaniilor publicitare, pentru a convinge cumpărătorii, care se lasă uşor amăgiți, de noi posibilități.

Miniaturizare

Visele, dorințele oamenilor, se transformă în realități, dar numai atunci când se creează condițiile materiale necesare. Visul lui Icar s-a transformat în realitate abia după ce a fost creată baza industrială capabilă să producă motorul de avion. Şi fotografii începuturilor visau aparate mai mici, mai uşoare, mai maniabile... Încetul cu încetul, visurile lor au devenit realitate, ba se poate spune că azi realitatea le-a depăşit visurile.

Miniaturizarea, pentru a deveni realitate, cere un complex de progrese în următoarele domenii:

- construcția de unelte şi aparate de control de mare precizie;
- existența unor obiective cu mare putere de rezoluție;
- material negativ cu granulație de mare finețe;
- procedee de developare microgranulară;
- aparatură de mărit cu performanțe pe măsura aparatelor de fotografiat.

Fiecare verigă din acest lanț - aparat, obiectiv, peliculă, chimia foto-proceselor, aparatură laborator - trebuia să ajungă la perfecțiune pentru a asigura succesul noii tendințe în fotografie.

În calea miniaturizării mai exista încă o barieră greu de trecut: calitatea materialelor negative. Problema microgranulației nu era actuală pentru plăcile de format mare, nici pentru noile rolfilme şi film-pack-uri de format 9/12. Acestea din urmă, produse pe suport de celuloid erau uşor inflamabile, prezentând un mare pericol în manipularea şi depozitarea lor. Este clar că industria producătoare de peliculă nu era încă pregătită pentru miniaturizare. Totuşi, chimiştii de la marile firme din acea vreme, Kodak, Agfa, Lumiere, Hauff, Ilford şi altele, făceau eforturi să descopere modalităţi noi pentru o developare cât mai corespunzătoare. Începând cu ultimii ani ai secolului XIX şi continuând până azi, s-au descoperit substanţe şi combinaţii noi pentru rafinarea developării peliculelor. În cronografia descoperirii agenţilor de developare, Hidrochinona apare în 1880, Metolul şi Glicina în 1891, Orthophenilendiamina în 1904 şi Phenidonul în 1940. Combinaţii microgranulare apar abia în 1935 cu Atomal Agfa, 1938 Meritol şi în 1951 se produc primele combinaţii pe bază de Phenidon.

Un puternic impuls pentru accelerarea producţiei de peliculă cât mai fina a fost dat de apariţia şi dezvoltarea rapidă a unui nou mare consumator: industria cinematografică. În cinematografie se standardizase filmul cu perforaţii laterale, cu o lăţime de 35 mm. Cu cât se dezvolta producţia lui, cu atât el devenea mai bun calitativ şi mai ieftin. Câţiva constructori s-au gândit să-l folosească pentru aparate de format mic. Primul menţionat în istoria aparatelor de format mic este Levy-Roth (1910) din Berlin, care a construit aparatul „Minnograph". Urmează americanul G. P. Smith, în 1912, cu un aparat care realiza imagini de 1x1 1/2 inch (aproximativ 24 x 36 mm) pe film cinematografie perforat. Încercările celor doi şi ale altora au fost eşecuri pentru că ei nu aveau, ceea ce azi se numeşte „know-how"-ul necesar pentru a pune bazele unei industrii de precizie corespunzătoare noilor cerinţe. Deoarece imaginile obţinute cu aparatele de format mic trebuie mărite mult, pentru a se obţine fotografii de o mărime convenabilă, toate defectele de construcţie, puterea de rezoluţie in-suficientă a obiectivelor existente, precum şi calitatea încă slabă a peliculei, se accentuau în timpul măririi, producând fotografii şterse şi cu o granulaţie supărătoare. Deci aparatul trebuia construit cu o precizie mult mai mare şi echipat cu un obiectiv cu un etalon mult mai înalt de claritate decât cele existente pentru formate mari. Producţia unui adevărat aparat miniaturizat putea începe numai acolo unde erau îndeplinite exigenţele de înaltă precizie în tehnologia producţiei de aparate şi obiective cu indici înalţi de calitate. La fabrica de microscoape „Leitz" din Wetzlar, toate aceste condiţii erau prezente. În plus, proiectantul de microscoape Oskar Barnack (1879-1936), care lucra în atelierul experimental al firmei, era înzestrat cu darul şi priceperea construcţiei a tot felul de aparate şi dispozitive. Singur şi-a construit un aparat de filmat şi, pentru a-i testa performanţele, şi-a construit în 1914 un aparat de fotografiat cu film cinematografic. Abia după zece ani, în 1924, conducerea firmei Leitz şi-a îndreptat atenţia spre aparatul lui Barnack şi a hotărât introducerea lui în producţie de serie, folosind experienţa acumulată în construcţia faimoaselor lor microscoape. S-au făcut câteva transformări, îmbunătăţind prototipul iniţial şi s-a lansat producţia de serie. În 1924 s-au construit... şase aparate! Aparatul, realizat cu o precizie ştiinţifică, era echipat cu un obiectiv special: renumitul Elmar 1:3,5 de 50mm, proiectat de prof. dr. Berek. Este interesant de arătat că acest obiectiv avea o putere de rezoluţie superioară celei a peliculei din acea vreme. Aşa şi numai în aceste condiţii a putut demara epoca aparatelor miniaturizate.

În 1932 apare aparatul cu film lat de 6 cm care oferea o mai mare precizie, dar şi o mai mică mobilitate fotografului. Oamenii care făceau poze s-au împărţit după tipurile de aparat. Mult timp a existat obsesia fotografiei statice care imita pictura. De aici şi confuzia care a durat până prin anii 50 şi anume că exista fotografie artistică daca se copiază pictura: imagine neclară peisagistă, portretul împăiat etc. Un accesoriu revoluţionar pentru fotografie a fost flash-ul sau bliţul. A prelungit domeniul imortalizării pentru ca până atunci se făceau poze „zi-lumină", doar de la răsărit până la apus. Strict despre meseriaşi vorbind, cel mai bun fotograf este acela care ştie când sa nu facă poze. De pildă, atunci când natura e prea măreaţă pentru a o deranja. Aparatul foto nu este prelungirea ochiului, ci a creierului şi a sufletului. În ce măsură tehnica din ce în ce mai performantă îl ajută pe fotograf, este o superbă desuetitudine. Nu contează aparatul. El doar iţi măreşte confortul. Orice aparat este bun, dacă ştii ce sa-i ceri.

Mecanizare şi automatizare

Există o dialectică de nestăpânit a progresului. Există o osmoză miraculoasă între diferite domenii, sectoare, segmente şi niveluri de gândire şi activitate, care, în unele perioade, transformă progresul în avalanşă. Se observă acest fenomen mai ales în industriile de vârf din acea vreme, în construcţia de automobile şi în aeronautica, în construcţia de maşini şi agregate din ce în ce mai complexe. Producţia de serii mari, stăpânirea energiilor superioare, vitezele crescânde, ridicau dificultăţi noi, care trebuiau evaluate, măsurate, testate, controlate, cu instrumente din ce în ce mai fine şi mai fiabile. Industria fotografică trebuia să se integreze în acest circuit şi să participe la acest vârtej, profitând de fiecare nou avans. Se introduc noi principii de construcţie, noi tehnologii şi noi materiale. Dispar aparatele mari, dispar lemnul şi pielea. Carcasele aparatelor se presează din aluminiu şi alte aliaje noi. Piesele aparatelor nu se mai fac manual de meşteri iscusiţi; ele se uzinează în serie. Se întâmplă chiar că în industria fotografică să aibă loc „premiere". Astfel, George Eastman este primul care introduce în fabrica sa din Rochester sistemul asamblajului pieselor pe bandă rulantă, şi tot la Rochester se înfiinţează primul laborator uzinal de cercetare ştiinţifică.

În acest secol al vitezei, se cereau lichidate frânele care mai încetineau fotografiatul. Fără a face o enumerare exhaustivă şi fără a intra în amănunte, se vor menţiona câteva. Prin dispozitive de mecanică fină, cu roţi dinţate şi arcuri tensionate se realizează comenzi cu acţiune multiplă. Aşa, spre pildă, se cuplează transportul filmului cu armarea obturatorului şi contorul de imagini. Pentru a elimina nesiguranţa cu privire la determinarea distanţei, se miniaturizează telemetrul de artilerie şi se foloseşte mai întâi ca accesoriu separat. Apoi se încorporează în aparat şi se cuplează cu mecanismul de reglare a clarităţii. Tot ca accesoriu separat apare exponometrul, mai întâi optic, pe urmă electric. Şi acest accesoriu se încorporează în aparat şi, după diverse încercări, se reuşeşte a-l cupla, prin sistemul de declanşare, cu diafragma sau/şi timpul de expunere.

Aparatele „reflex" urmează o cale paralelă. În perioada de după cel de al II-lea Război Mondial aparatele reflex de format mic cu vizare prin obiectiv (SLR) capătă cel mai puternic demaraj, datorită mai ales inovaţiilor aduse de industria de specialitate japoneză. Ele au devenit tipul de aparat favorit pentru majoritatea amatorilor şi unele categorii de profesionişti.

Pentru genurile mai dinamice, în afara studioului, s-au construit aparatele reflex. Acestea au evoluat dintr-un tip de camera obscură folosit de pictori, cunoscut încă din anul 1676. În interiorul aparatului se află o oglindă cu o înclinaţie de 45° faţă de axul obiectivului. Ea reflectă razele de lumină în sus, spre un geam mat. Astfel claritatea imaginii poate fi reglată şi urmărită până în ultimul moment înainte de declanşare. Apăsând pe o pârghie, oglinda se ridică la orizontală şi declanşează un mecanism de expunere în planul plăcii fotosensibile. Acest mecanism este cunoscut după cum se ştie, sub denumirea de „obturator cu perdea" şi este invenţia lui W. England din anul 1861. Deşi mari şi grele chiar şi la formatul minim (9X12), aceste aparate s-au bucurat de mult succes, mai ales în rândul călătorilor şi al fotoreporterilor. Aparatul american „Graflex" făcea parte din echipamentul fotoreporterului până foarte aproape de zilele noastre. Curios este faptul că aparatul reflex cu două obiective, deşi construit încă din 1891 de firma Ross din Anglia, nu s-a răspândit decât începând din deceniul trei al secolului următor, când Franke şi Heideke au lansat celebrul „Rolleiflex". Aparatul pentru amatori a supravieţuit până recent cu mici schimbări şi acum este pe cale de dispariţie.

De la automatizare la computerizare

Un celebru ziarist englez Alistair Cook vorbind despre epocile istorice, spunea cu mult umor: „Când a căzut Constantinopolul, nimeni nu şi-a reglat ceasul la 14,53 şi nu a spus „Aha!", s-a terminat cu Evul Mediu, acum începe Epoca Modernă!". Epocile istorice, ca şi etapele de transformare, nu se succed la momente fixe, clar marcate. Mecanizarea şi automatizarea vor continua să se dezvolte o dată cu apariţia informaticii şi computerizării. Aceasta din urmă se va adăuga la elementele existente, aducându-şi aportul specific de precizie, de corelare a unor funcţiuni de prelucrare a datelor cu o viteză mai mare ca înainte.

Aparatele fotografice din pragul introducerii informaticii ajunseseră la performanţe remarcabile. Ele posedau posibilităţi de informare asupra principalilor parametri necesari, iar prin contacte electrice şi electronizare unor operaţii, aparatul reacţiona prompt şi precis la comenzile fotografului. Realizarea de imagini, chiar şi în domenii mai dificile, ajunse la o mare simplitate şi precizie, cu un înalt procent de siguranţă a rezultatelor, chiar şi în perioada răspândirii colorului, care cere parametri tehnici cu mult mai înalţi.

De o mare importanţă, în ceea ce priveşte creaţia fotografică, era faptul că fotograful rămânea stăpân pe aparat. El alegea dintre mai multe variante, el lua decizii, el comanda, şi, dacă dorea, greşea atât cât credea el că este necesar, pentru a obţine imagini de o anumită factură. El impunea aparatului stilul său personal. Ce îşi putea dori mai mult un fotograf? De subliniat: un adevărat fotograf punând această întrebare, se pătrunde într-un păienjeniş de contradicţii care par fără răspuns. Dintr-o dată fotograful, amator sau profesionist, este pus faţă în faţă cu marile probleme tehnice, economice şi sociale care frământă lumea din jurul lui, lumea de azi. Sunt probleme de un pragmatism dur, care şochează sensibilitatea artistului şi mândria meşteşugarului. Fotograful, omul de azi, se află într-o atmosferă foarte asemănătoare cu cea prezentată de Charlie Chaplin în filmul său „Timpuri Noi". Fiecare progres poate este mai bine să se spună „schimbare" în tehnologia producţiei materiale, aduce după sine valuri de schimbări în viaţa de toate zilele. Chiar în istoria foarte recentă există nenumărate exemple. Dacă ar fi să se construiască azi un nou „Turn Effel", ar fi nevoie numai de o fracţiune din cantitatea de oţel utilizată pentru turnul original. Performanţele lui Saint-Exupery sau ale lui Lindbergh par infime pe lângă zborurile comerciale obişnuite de azi, când Atlanticul se traversează în trei ore şi jumătate, iar mâine se va ajunge de la Londra la Sidney într-o oră.

Desigur, mecanizarea are părţile ei slabe şi limite. Spre pildă, un aparat fotografic bazat pe principii mecanice are foarte multe piese mici. Producţia şi asamblarea acestor piese este anevoioasă, cere mult timp şi aparatură de control pentru fiecare etapă de producţie. Ea devine deci foarte costisitoare. Unele piese se uzează din cauza frecării şi a solicitărilor. Arcurile care declanşează diferite mişcări, îşi pierd cu timpul elasticitatea. În caz de defecţiune, reparaţiile sunt complicate, pentru că nu se pot aplica la construcţiile aparatelor mecanice sistemele modulare. Reacţia la comenzi este relativ înceată. De exemplu, seria de operaţii necesare pentru declanşare la aparatele SLR - apăsarea pe buton, ridicarea oglinzii, închiderea diafragmei cu arc, acţionarea obturatorului - deşi durează foarte puţin, totuşi produce

TIMIŞOARA

un decalaj de timp, care, la mişcări foarte rapide, poate compromite calitatea imaginii. După cum se vede, criticii aparatelor mecanice au suficiente argumente.

Introducerea electronicii şi a computerizării în alte ramuri industriale au dat rezultate excelente. Industria construcţiei de aparate fotografice este în mod deosebit compatibilă cu sistemele informatice. Fotografiatul propriu-zis are nevoie de măsurători precise a unui număr de parametri şi de transformarea rapidă a rezultatelor în comenzi transmisibile fulgerător unei întregi serii de operaţii. Toate aceste cerinţe, şi multe altele, se rezolvă cu cea mai mare uşurinţă prin computerizare.

Se afirma că prin electronizare aparatele se vor ieftini, deoarece procesul de producţie este mai simplu. Totuşi, se întâmplă contrariul. Fotograful îşi da seama că este prins într-o cursă nebunească de „perfecţionări" de care, la drept vorbind, nu are neapărată nevoie. Industria nu este de partea lui. Ea urmăreşte doar profituri din ce în ce mai substanţiale.

Începutul viitorului

Totul este în continuă transformare. Uneori, nici nu ne dăm seama de schimbări şi ne trezim într-o zi cu sentimentul că ceva s-a schimbat. Alteori, pluteşte în aer sămânţa schimbărilor ca un fulg de păpădie. Îl vedem şi ştim că se va întâmpla ceva; ştim că suntem martorii unui început de viitor.

Se ştie că în 1980 firma SONY a lansat cu multă publicitate primul aparat SV (still video) pe care l-a denumit „Mavica 4". S-a dovedit că SONY s-a grăbit cu lansarea acestui aparat, fiindcă imaginile obţinute nu erau satisfăcătoare. Abia în 1986, Canon reuşeşte să producă şi chiar să pună în vânzare primul aparat cu imagine electronică, cu rezultate calitative considerate ca bune.

Pentru a se înţelege în modul cel mai simplu principiul pe care se bazează imaginea SV, nu este necesar, la început, decât să se ia o lupă şi să se privească reproducerile de fotografii din ziare şi reviste. Se va constata că imaginea este formată dintr-o multitudine de puncte de diverse intensităţi de tonalităţi, de la alb la negru. Cu cât sunt mai multe puncte pe centimetru pătrat, cu atât redarea imaginii este mai clară, mai fină. Imaginea fotografică este de asemenea formată din puncte-grăunţi de bromură de argint. Cu cât „granulaţia" negativului este mai fină, cu atât fotografia va fi mai clară, cu mai multe detalii şi cu o gradaţie de tonuri mai bogată. Imaginea electronică SV, tot cu ajutorul „punctelor” se formează, de astă data ele se numesc „pixel”. La peliculele obişnuite, lumina „impresiona” bromura de argint. La sistemul SV, lumina este „memorată”, „înmagazinată”, pe o plăcuţă magnetică, denumită”Video-Floppy-Disk44, pe care se pot realiza 50 de imagini, deşi diametrul discului nu este decât de 47 mm. Se părăseşte astfel domeniul foto-chimiei şi se păşeşte în cel al electronicii, cu sisteme şi un limbaj cu denumiri proprii lumii calculatoarelor. Ceea ce îl interesează însă pe fotograf, este în primul rând calitatea imaginii pe care o poate obţine. Deocamdată, comparaţia cu rezultatele la care s-a ajuns în fotochimie, este defavorabilă imaginii S.V. Un negativ color de format 24/36 mm conţine 15 milioane de puncte, pe când o imagine S.V. în sistemul realizat de Canon numai 380 000! Dar, Kodak a reuşit să realizeze un mega-chip cu mare putere de rezoluţie, care poate produce 1,4 milioane de puncte (pixeli), rămânând totuşi la o dimensiune de 7/9 mm. Desigur, astăzi fotografia digitală a ajuns sa producă imagini cu o rezoluţie de 22 sau chiar 85 mega pixeli, ceea ce o face comparabilă cu cele pe suport analog. Iar o serie de firme de prestigiu Canon, Fuji, Olympus, Nikon, Hasselblad, Sinar, şi altele propun periodic noi şi noi modele de sisteme digitale capabile să stocheze imagini la o rezoluţie şi viteză cât mai mare. La unele aparate, este posibilă înlocuirea părţii din spate care găzduia pelicula, cu senzorul (CCD sau CMOS) digital de captare a imagini. Imaginea obţinută astfel se poate viziona în secunda următoare pe un ecran LCD, sau poate fi prelucrată cu ajutorul unui computer ulterior (ceea ce este de un real folos pentru orice fotograf). Este bine totuşi de conştientizat faptul ca fotografia digitală este unde a fost şi fotografia clasică acum 150 de ani.

Realizarea imaginilor digitale

Imaginile electronice sunt descoperiri destul de recente, care au deja un impact semnificativ mai ales în reproducerea fotografiilor. Fiind cu putinţă, iniţial cu ajutorul invenţiei din 1945 a computerul analogic electronic, posibilitatea de a produce şi de a mări imaginile folosind acest instrument, a primit un stimulent considerabil din partea celor de la NASA care au explorat fotografic spaţiul în 1960. La început, computerele au mărit fotografiile făcut în spaţiu de sateliţi eliminând imperfecţiunile sau transformând vederile multiple din diferite perspective, în imagini tridimensionale. Mai apoi, aparatele digitale, care transferă razele de lumină în semnale electronice, au fost folosite pentru a ilustra cele mai îndepărtate părţi ale sistemului solar. De asemenea, în 1960, ilustrarea electronică şi-a croit un drum în diferite specializări, cum ar fi arheologia, ştiinţa medicinei, şi supravegherea militară; lumina, măsurată de senzori, poate reproduce imagini ale unor oraşe îngropate, ale celulelor creierului, structura ADN-ului, sau instalaţiile militare ascunse.

În jurul anilor 1979, computerul a devenit digital - datorită faptului că a fost dotat pentru a procesa informaţiile despre lumină şi umbră prin descompunerea imaginii plane într-un caroiaj microscopic şi prin indicarea tonalităţii şi culorii a fiecărei celule mici sau pixel, cu un număr. Arhivate în memoria computerului, pixelii pot fi ilustraţi pe monitor, se pot modifica dacă se doreşte, şi imprimaţi sau transmişi. Rezoluţia imaginii şi detaliile sunt determinate de densitatea pixelilor - o rezoluţie mai mare şi o detaliere mai amănunţită necesită un număr mare de pixeli, care la rândul lor necesită o memorie mai mare a computerului. Industria comunicaţiilor foloseşte computerul pentru a clasifica imaginile, pentru a crea separările de culori şi pentru a facilita producerea fotografiei. Odată cu introducerea microcircuitelor în 1980, computerele au devenit mai mici şi mai disponibile publicului larg - printre care artişti şi fotografi. Pe la mijlocul anilor 1990, extinderea capacităţilor culorilor au permis o gamă de peste 16 milioane de culori.

Imaginea digitală se referă, câteodată, la „fotografia electronică" sau „stop-cadre", dar caracteristice fizice sunt diferite de cele ale reprezentărilor clasice fotografice sau a imaginilor video. În amândouă cazuri, schimbările tonalităţilor sunt continue - pentru că, culorile sunt amestecate în gradaţii interminabile, de la alb la negru.

Imaginile digitale pot fi produse în mai multe feluri:

- folosind aparatul digital, care are senzori de lumină care înregistrează informaţia despre realitatea exterioară pe un disc magnetic sau pe un cartelă de memorie;
- folosind scanerul, care transformă informaţia dintr-un câmp vizual plat cum ar fi pictura sau fotografia, în digital;

- sau printr-un program de computer de grafică, care este folosit pentru a alege şi organiza pixelii în aranjamente originale de formă şi culoare.

Aparatul digital (sau o parte specială proiectată pentru ataşarea în partea din spate a aparatelor convenţionale), care a fost lansat în 1990, este foarte asemănător cu aparatul clasic. Din ce în ce mai mult fotojurnaliştii folosesc acest aparat pentru a arhiva imaginile pe disc sau pe cartela de memorie transmiţându-le ulterior prin internet unui editor. Acest proces elimină procesării chimice în camerele obscure, iar programele speciale facilitează o sarcină grea cum ar fi mărirea, trucajele, retuşările. (Imaginile digitale pot, de asemenea, simula efectele unor diferite emulsii, revelatori şi nuanţatori).

În trecut, foto editorii au tipărit şi editat imprimatele sub îngrijirea fotografilor. Acum, oricum, fotojurnaliştii care trebuie să-şi trimită imaginile electronic direct la foto editori pentru a procesa, aceştia renunţă la controlul asupra imaginilor lor. Deoarece nu există copie „originală” în sensul clasic - fără negativ - fotografii au puţin de zis când imaginile sunt manipulate fără consensul şi cunoştinţa lor. Acestea şi alte probleme s-au născut - atât pentru fotojurnalişti cât şi pentru privitori - din numărul mare de imagini digitale din mediul ştirilor, acesta devenind şi subiectul unor cărţi printre care şi cea a lui Fred Ritchin intitulată *În propria noastră imagine: revoluţia ce vine în fotografie* (apărută în 1990).

Un scaner, care citeşte imaginile şi textele traducându-le în pixeli, permite crearea unei arhive de opere de artă, fotografii şi documente. Deoarece acestea se pot înregistra pe un disc sau se pot imprima doar când este nevoie, spaţiul este salvat iar grija pentru lucrările originale este redusă. Utilitatea pentru asemenea baze de date este în creştere datorită serviciilor de internet care mijlocesc accesul celor cu computer să se folosească de acestea.

Diferite programe, făcute atât pentru amatori cât şi pentru profesionişti, au facilitat crearea imaginilor pe calculator. „Programele de ilustrare” se referă la programe care pot fi folosite în paralel cu imaginile digitale sau scanate, ceea ce permite utilizatorului să se joace cu elementele, să separe culorile şi să producă montaje şi efecte speciale. Există, şi „programe de pictat” pe care un operator îl poate folosi pentru a crea noi forme, culori, de asemenea putând combina acestea cu imagini scanate. Se pot genera şi imagini tridimensionale, acestea fiind realizate pentru a putea fi rotite ori pentru a se putea vedea toate suprafeţele. Această idee a fost iniţiată în 1960; cercetările de mai târziu din tehnologia senzorilor de mişcare, a făcut posibilă o abordare mai sofisticate cum ar fi „realitatea virtuală". Arhitecţii, de exemplu, pot acum „umbla" prin reprezentările digitale ale spaţiilor din clădirile posibile, iar doctorii pot avea o imagine tridimesională a unei părţi din corp ca şi cum s-ar uita prin piele sau craniu.

Imaginile generate de computer pot fi imprimate. În funcţie de aparatura (în puncte, cu jet de cerneală sau laser), imaginea poate fi imprimată fie pe film pentru procesare clasică fie pe hârtie, textile sau alte materiale. Calitatea acesteia este în funcţie de calitatea imprimantei. Ca o consecinţă, imaginile deosebite realizate cu aparate digitale sunt imprimate de ateliere specializate.

Aşa cum s-a întâmplat şi cu tehnologia fotografiei clasice din cei 150 de ani de existenţă, aparatura şi metodele imaginii electronice va fi într-o continuă schimbare - cel mai probabil, mult mai rapid decât s-a întâmplat cu fotografia clasică. Oricare ar fi schimbările, este puţin probabil ca sarcinile anterioare avute de fotografia convenţională, să fie afectate de utilizarea computerului.

Materiale şi procese

Materialele fotografice au trecut prin schimbări considerabile de la invenţia fotografiei, dar probabil cea mai importantă a fost sporirea sensibilităţii la lumină a filmului. A fost estimată că începând cu daguerreotipia din 1839 până la materialele din anii 1970, sensibilitatea filmului la lumină, a crescut de 24 milioane de ori. Atât filmele alb-negru cât şi cele color diferă în sensibilitate în funcţie de mărimea cristalelor de halogenură de argint conţinute în emulsia de gelatină. Filmele alb-negru şi cele color pot fi catalogate de la cele cu sensibilitate redusă (ASA/ISO 25) până la cele foarte sensibile (ASA/ISO 1600 sau mai mult). În trecut, cristale mai mari conţinute în film aveau ca rezultat o granulaţie şi o tonalitate mai slab definită în imagini (mai ales la măriri), dar în prezent, atât pozitivul şi negativul alb-negru cât şi cel color, au fost îmbunătăţiţi ca sensibilitate şi rezoluţie.

Producţia a început să comercializeze filme în care imaginea finală monocromatică este formată din cristale de argint sau din cristale ale căror cuplaje de nuanţe sunt adăugate. Filmul este acum disponibil în diferite dimensiuni, sensibilităţi şi contraste, proiectate să întâmpine nevoile atât a fotografilor amatori cât şi a profesioniştilor. Pentru utilizarea în documentarea ştiinţifică şi pentru folosirea în condiţii speciale, este întrebuinţat filmul infraroşu, sensibil la lumina care nu este vizibilă ochiului.

Pentru imprimările alb-negru, două tipuri principale de hârtie sunt disponibile: cea acoperită cu colofoniu şi cea pe bază de fibre. Amândouă tipuri au un strat de gelatină peste cel din emulsie foto-sensibilă, dar hârtia acoperită cu colofoniu are în plus o peliculă de plastic pe bază şi sub stratul de emulsie. Acestea se distribuie cu diferite grade de contrast.

O inovaţie importantă a secolului XX a fost îmbunătăţirea culorii. Urmând invenţia pentru autocrom, au apărut o diversitate de materiale pentru culori (Dufay Dioptichrome, Fenske Aurora, Szezepanik-Hollborn Veracolor, plăcile color a lui Whitfield Paget, Dawson Leto şi Agfacolor), toate având ca bază principiul aditivilor color. Din a doua perioadă a secolului XX, George Eastman şi Kodak Research Laboratory au lucrat la materialele pentru culori, explorând procesele aditivilor care erau folosite de amatori şi de fotografia instantanee pentru a obţine imagini color fără a avea abilităţi prea mari în acest domeniu. Odată cu 1925 şi cu creşterea cererii de imagini color, a crescut şi eforturile de a găsi un sistem practic bazat pe principii substractive, o cercetare ce a fost stimulată mai departe de competiţia dintre firmele comerciale şi industria filmului de la Hollywood, care a privit culoarea ca o inducere în lumea filmului în timpul Marii Crize. În timpul anilor 1930, acest scop a devenit valabil odată cu descoperirea unui sensibilizator nou şi mai stabil.

Posibilitatea adaptării teoriei culorii substractive în producţia filmului color a fost sugerată la începutul secolului XX de către Karl Schinzel din Austria şi Rudolph Fischer din Germania. Ei au preconizat structura triplei pelicule de emulsie ce conţine coloranţi de legătură din culorile primare care ar acoperi o parte din complementare, ceea ce a şi fost realizat 25 de ani mai târziu în Kodacrom. Inventat de americanul chimist amator şi muzician Leopold Godowsky şi Leopold Mannes în colaborare cu cercetătorii de la Kodak Research Laboratory, Kodacrom a devenit primul film în trei straturi realizat vreodată – la început în 1935 ca peliculă cinematografică, ca film plan în 1938 iar mai apoi ca rolă de film negativ Kodacolor, în 1942. Compania germană Agfa - care a introdus o placă color, concurând cu Autocrome în 1916, aceasta experimentând sistemul de film în trei straturi bazându-se pe o teorie substractivă - în anul 1936 a fost anunțat apariția filmului Agfacolor Neu ce are o structură tot în trei straturi în care coloranții de legătură erau incorporați între straturile peliculei și eliberați în timpul developării; acest fapt a permis ca filmul să fie procesat în camere obscure individuale. Un produs aproape identic a fost lansat în 1939 de către Ansco, o firma americană afiliată companiei Agfa. În anul 1946, Eastman Kodak a comercializat Ektachrome, un film diapozitiv care putea fi procesat în cameră obscură de apartament; la scurt timp după aceasta, aceeași firmă a lansat Ektacolor - un film color negativ de pe care se puteau realiza fotografiile. Filmele color din ziua de azi sunt de 32 de ori mai sensibile decât primele versiuni, iar timpul de procesare a fost redus de la ore la minute.

Inițial, produsele color Kodak erau returnate companiei pentru procesare după care acestea erau înapoiate clientului sub forma unor pozitive transparente în loc de imprimate color. Diapozitivele color erau preferate în locul celor color negativ de foarte mulți fotografi profesioniști pentru că au găsit în acesta o granulație mai fină de unde a rezultat și o imagine mai clară.

Conservarea

Cum un număr mare de fotografi profesioniști au început să lucreze cu film color în timpul anilor 1970, întrebarea privind durabilitatea imaginilor a devenit mai apăsătoare. În centrul problemei stă faptul că, coloranții magenta, cian și galben se schimbă și își pierd strălucirea într-un ritm diferit dacă sunt expuse la lumină normală sau la radiații ultraviolete. De asemenea, materialele color sunt afectate și mai tare decât cristalele monocromatice de argint, de umiditate, căldură și de poluare. Odată cu apariția muzeelor și persoanelor care colecționează fotografii color și alb-negru, a crescut grija pentru eventualele probleme în conservarea materialelor fotografice; acest fapt a impulsionat firmele producătoare să realizeze materiale mult mai stabile. Specialiștii în conservare au inventat strategii de imprimare, de păstrare, și de expunere a fotografiilor de toate felurile, pentru a minimaliza deteriorarea acestora. În acelaşi timp, interesul pentru restaurarea lucrărilor degradate, s-a dezvoltat. Aceste preocupări reflectă faptul că fotografia a devenit o comoditate artistică cu valoare comercială, dar şi o asigurare că diverse imagini pot fi conservate, indiferent ce scop iniţial au avut.

Holografia

Fiind o idee complet nouă în realizarea imaginilor, holografia a fost inventată cu mai bine 45 de ani în urmă. O hologramă (din greacă *holos* - întreg - şi *gramma* - mesaj) este o imagine tridimensională care apare pe un film sau sticlă pe care a fost pusă o peliculă de emulsie fotografică, fiind apoi expusă la lumina laserului reflectată de la un obiect. Pentru a produce o hologramă, fasciculul de raze ale laserului trebuie despicat în două de un separator de fascicule (o parte de oglindă). O oglindă întreagă direcţionează o rază către obiect; cealaltă, cunoscută ca raza de raportare, este direcţionată de o altă oglindă către suprafaţa emulsionată pe care imaginea va fi înregistrată. În zona în care lumina de la raza de raportare şi lumina de la obiect se intersectează, se expune un model de linii (franjuri de interferenţă) care vor forma imaginea după ce emulsia este procesată fotografic. Holograma devine vizibilă când este luminată din aceeaşi direcţie a razei de raportare. Există două tipuri de holograme: de transmitere şi de reflectare. Hologramele de transmitere sunt luminate fie de lase fie dintr-o sursă de lumină albă poziţionată în spatele sau sub suprafaţa emulsionată; hologramele de reflectare devin vizibile când lumina albă vibrează de pe suprafaţa emulsionată.

Holografia este bazată pe experimente din reconstrucţia fenomenelor optice, ale omului de ştiinţă maghiar - Dennis Gabor, în 1947 (experiment pentru care a primit premiul Nobel în 1971), şi pe invenţia din 1960 a unui nou dispozitiv de producere a luminii cunoscut ca laser. În 1962, Emmett Leith şi Juris Upatnieks din Statele Unite, şi Yuri Denisyuk din Uniunea Sovietică, au inventat independent tehnici de a înregistra pe plăci fotografice, obiecte luminate de fasciculele laserului. Îmbunătăţiri din tehnica holografică au inclus metode de a produce holograme color, descoperite de Stephen Benton şi Denisyuk. Hologramele au fost practice în scanarea formaţiunilor de pământ şi localizarea rămăşiţelor arheologice îngropate, în măsurătorile ştiinţifice şi optice şi în producerea modelelor tridimensionale pentru obiectele industriale, clădiri şi a celulelor umane. De asemenea, au fost investigate ca metodă de arhivare a datelor, pentru crearea filmului tridimensional şi a imaginii de televizor. Pe lângă toate acestea, artişti din Statele Unite, europa de Est, Japonia, Anglia şi Australia, au experimentat hologramele ca modalitate de exprimare artistică.

Încheiere

Benedetto Croce[4], defineşte arta imaginii ca fiind „acel obiect care apare intr-un singur exemplar", deci unicitatea. Dacă la cinematograf sau în cazul celorlalte arte consacrate, oamenii au avut timp sa privească spunând: da există pictură ca artă, putem trage concluzia surprinzătoare că este artă tot ceea ce ai timp să consumi. Ei bine, privind lucrurile prin aceasta prismă, fotografia nu este artă! Ea este viaţa şi clipă. Gauguin, de pildă făcea iarba vişinie. Toţi au zis că e măiestria lui, dar dacă noi am realiza o fotografie în care iarba nu ar fi verde ni s-ar spune ca aparatul, sau filmul sunt de slabă calitate. Fotografia este chintesenţa viului şi este artă în măsura în care este şi viul. Prin vizorul aparatului noi vedem afectiv. Cele mai bune poze din lume sunt considerate două fotografii total neclare, dar care surprind unicitatea: „Un soldat murind" (Robert Capa) şi „Moartea lui Robert Kennedy".

G. Bernard Shaw, unul dintre amatorii pasionaţi, ne-a asigurat că observaţia lui clasică « Fotograful este ca un peşte cod, care produce un milion de icre pentru ca un singur bob să ajungă la maturitate», se bazează pe experienţa lui personală.

Nici o activitate nu este mai potrivită decât fotografia, pentru a cultiva simţul de observaţie, însă această cultivare cere atenţie şi reflecţie. Oricât de simplă ar fi manipularea aparatului, nu există nici un drum de scurtătură spre cunoaşterea artistică. Inteligenţa şi atenţia sunt tot atât de vitale pentru producerea de fotografii bune ca şi pentru reuşita în oricare alt domeniu.

---

[4] Filosof italian 1866 - 1952 în lucrarea sa „l'Estetica come scienza dell'espressione e linguistica generale" (1902)

«Este clar», scria P. H. Emerson, «că dacă oamenii de artă şi de ştiinţă care au fost promotorii primei societăţi fotografice engleze şi-ar fi impus punctul de vedere, astăzi fotografia probabil că n-ar fi fost practicată decât de oameni de artă şi de ştiinţă, o profesie nobilă şi cultă în loc să fie practicată, după cum se întâmplă prea adesea, de negustori analfabeţi şi de oameni inculţi»[5]. Gândindu-ne la mentalitatea de azi a fotografului de rând, putem să intrăm într-o stare euforică, dacă s-ar adeveri prezicerea lui Moholy-Nagy «analfabeţii de mâine nu vor fi numai cei care nu vor şti să scrie şi să citească, dar şi cei care nu vor şti să fotografieze»[6].

Până în secolul al XIX-lea, imaginile artistice (picturi, desene, gravuri, mozaicuri etc.) sau cele cu o finalitate tehnic-utilitară, funcţionale, (planuri, hărţi etc.) au fost concepute şi realizate direct de om. A existat o singură excepţie, *camera obscură.* Apariţia ei a constituit un fel de revoluţie deoarece a arătat că un aparat poate produce imagini ale realităţii, fără intervenţia directă a omului, oarecum independent de el.

Înainte de a descoperi posibilitatea utilizării fenomenului numit *camera obscură* la „transpunerea" pe hârtie a peisajelor şi a altor subiecte, pictorul, gravorul sau desenatorul au fost singurii mediatori între *realitatea reprezentată* şi *reprezentare,* ajutaţi de un set de norme, explicite sau implicite, ce au variat în funcţie de timp, loc şi scop.

Fotografia este o artă care în mult mai mare măsură decât pictura, muzica se subordonează progresului ştiinţific. Pensula sau dalta artistului plastic nu s-ar putea spune că nu au suferit transformări însemnate în ultima vreme; în schimb, aparatul fotografic a cunoscut şi continuă să cunoască o permanentă transformare. Îmbunătăţirile constructive şi calitative aduse aparatului fotografic, introducerea unei game variate de obiective şi accesorii au dus la crearea unor noi tehnici de luare a imaginii, oferă noi posibilităţi de abordare a lumii înconjurătoare. La fel, diversificarea tipurilor şi calităţilor pe care le au materialele fotosensibile, punerea la punct a unor noi tehnologii de prelucrare în laborator au întărit substanţial domeniile de activitate ale fotografiei precum şi „limbajul" ei. Fotografia s-a dezvoltat în continuare în diferite direcţii, dintre care trei par mai importante:

---

[5] P.H.Emerson „Pictures from life in Field and Fen", Londra 1887

[6] L.Moholy-Nagy în „Modern Photography", Londra şi New York 1935

(1) tendința spre digitalizare, (2) tendința spre imaginea pur electromagnetică şi (3) tendința spre tehnicile amestecate. Toate cele trei tendințe conduc la un nou concept al imaginii fotografice, care nu mai merge pe reproducerea unei scene, fie aceasta „dată" sau „făcută", ci pe produsul fanteziei creatoare.

Cele mai multe fotografii ale anilor sec XXI vor fi fără îndoială în continuare imagini în vechiul înţeles al cuvântului. Ele vor „ilustra" în continuare evenimente şi de aceea parametrii estetici, politici şi teoretic cognitivi vor corespunde "ilustraţiei". Însă cele trei tendinţe menţionate se vor întări probabil şi se vor îmbina între ele, formând un mediu de producere şi transmitere de informaţii de o importanţă crescândă.

Producerea de imagine cu ajutorul camerei obscure sau a aparatului de fotografiat au dus la formarea unei teorii legate de conceptul „Vizual Art" sau arta de a vizualiza o fotografie şi implicit a limbajului de expresie specific fotografic (Semn, simbol, contrast, definiţie, mesaj) Viaţa noastră este cu siguranţă profund influenţată de imaginea fotografică şi nu în ultimul rând de film.

Anexe În ultima parte care încheie lucrarea este prezentată o istorie cronologică foarte detaliată a fotografiei. S-au construit cronologic principalele momente istorico-sociale în care fotografia avea ceva de spus. În România nu s-au scris - din păcate - date cronologice cu privire la camera obscură sau date despre arta contemporană şi fotografia, multiplele ei utilizări în diverse domenii ştiinţifice artistice publicitare etc.

Anexa.

Istoria cronologică a fotografiei

În cele ce urmează, vor fi jalonate principalele pietre de hotar în istoricul dezvoltării fotografei.

1500 Pană la această dată se cunoaşte faptul că într-o cameră întunecată, dacă pe unul din pereţi este practicat un mic orificiu, pe peretele opus se proiectează imaginea palidă şi cu contururi estompate a obiectelor de afara, aflate în soare. Pe baza acestor observaţii se construiesc „camere obscure", care permit pictorilor schiţarea contururilor prin urmărire cu creionul sau pensula. „Camera obscură" este una din cele mai controversate invenţii, ea fiind atribuită de diferiţi autori, pe rând, lui Roger Bacon, Leonardo da Vinci, Papnutio, Rheinhold, Frisius, Cardan, Barbaro sau Benedetti.

1570 Napolitanul Porta explică apariţia imaginilor. Acestea, fiind formate din pete luminoase de diametru ceva mai mare decât cel al orificiului, sunt neclare şi au contururi estompate. Am spune astăzi: „Nu au rezoluţie". Tot Porta observă că mărind orificiul şi introducând o lentila convergentă (singurele cunoscute erau lentilele de ochelari) se obţine pe un ecran plasat în apropierea focarului lentilei o imagine incomparabil mai clară şi mai luminoasă. În felul acesta Porta inventează obiectivul fotografic. Camerele obscure cu lentile se dezvoltă continuu şi se diversifică în paralel cu dezvoltarea „lanternei magice" care servea pentru proiectarea pe perete a unor fantome, schelete etc., în acord cu spiritul obscurantist al vremii.

1611 Celebrul astronom Johannes Kepler (descoperitorul legilor de mişcare a planetelor)construieşte o cameră obscură portabilă în formă de cort. O lentilă combinată cu o oglindă la 45° (înlocuită ulterior cu o prismă cu reflexie totală), proiectează imaginea obiectelor exterioare pe o măsuţă orizontală, unde era urmărită cu creionul.

1727 Johann Heinrich Schultze, profesor de medicină la Universitatea Leopoldina-Carolingiana din Nurnberg descrie (în limba latină, uzuală în acea vreme) înnegrirea la lumină a unui terci conţinând (cretă, acid nitric, şi argint)-cum ştim astăzi - cloruri de argint.

1747 Matematicianul Euler pune problema construirii unor lentile încercând eliminarea aberaţiei cromatice (irizaţii colorate pe marginea imaginilor). El ia ca termen de comparaţie ochiul omenesc, liber de asemenea aberaţii. Marele fizician englez Newton consideră imposibilă realizarea de lentile acromatice.

1757 Englezul Dollond (iniţial, ţesător de mătase) realizează împreună cu suedezul Klingenstiema primele lentile acromatice. Ei păstrează însă secretul.

1775 Opticianul Georg Friedrich Brader construieşte camere obscure pefecţionate, cu obiective interschimbabile de diferite distanţe focale. Imaginea este reflectata de o oglindă la 45° plasată în interior pe un geam orizontal superior, pe care se plasează o foiţă de calc în vederea copierii. Pentru prima dată, operatorul se afla în afara camerei obscure.

1777 Celebrul chimist suedez Scheele studiază cu metode ştiinţifice acţiunea luminii asupra sărurilor de argint.

1800 Thomas Wedgwood face „poze solare", plasând obiecte mate pe piele tratată cu nitrat de argint; rezultă imagini degeadate rapid dacă erau expuse la o lumină mai puternică decât cea a lumânărilor.

1814 Celebrul fizician Fraunhofer, profesor la universitatea din Munchen, pune bazele teoretice ale corecţiei aberaţiei cromatice şi a aberaţiei de sfericitate. Păstrează însă şi el secretul.

1822 Nicephore Niepce reuşeşte pentru prima dată fixarea unor imagini fotografice durabile. Pană la el, imaginile prinse pe suprafeţe acoperite cu substanţe sensibile la lumina erau perfect vizibile la început, apoi se colorau însă uniform sub influenţa luminii ambiante, imaginea dispărând, din lipsa unui procedeu de "fixare" a imaginilor. Niepce folosea ca strat fotosensibil o pelicula subțire de bitum de ludeea, depus pe o plăcuta metalică. După expunere (erau necesare expuneri de câteva ore în plin soare) se dizolva bitumul neimpresionat cu ulei de lavandă, realizând astfel fixarea imaginii.

1826 Niepce, face cunoştinţă cu compatriotului sau Louis Jaques Mande Daguerre, pictor de talent şi om întreprinzător, dispunând de bogate resurse materiale. Începe o colaborare între ei, constând din căutări febrile, pe baze pur empirice, pentru găsirea unei posibilităţi de perfecţionare a procedeului de fixare a imaginilor.

1829 Ia fiinţă firma Niepce - Daguerre, pe baza unui contract de colaborare între cei doi.

1833 Moare Nicephor Niepce, fără a se putea bucura de roadele strădaniei sale.

1834 Henry Fox Talbot crează negative stabile, folosind hârtie îmbibată in clorură de argint şi fixată in clorura de sodiu. Talbot a creat imagini pozitive prin suprapunerea imprimării pe o altă bucată de hârtie.

1835 Daguerre pune la punct procedeul daguerrotipiei, utilizând plăci de cupru argintate, tratate cu vapori de iod. Iodura de argint formată superficial este incomparabil mai sensibilă decât bitumul, astfel că este suficientă o expunere de câteva minute. Plăcile erau apoi "developate" în vapori de mercur (care întăreau imaginea prin amalgamarea argintului metalic depus sub influenţa luminii. Imaginea era apoi „fixată” prin spălare cu o soluţie de clorură de sodiu. Ideea de bază, mai mult decât puerila, era: iodul (de curând descoperit ca element) se scoate din alge marine. Or, apa marii conţine clorura de sodiu, deci...

1837 Guvernul Franţei i-a acordat lui Daguerre o pensie, în schimbul publicării tainelor procedeului.

1839 O comisie a Academiei Franceze, compusă din personalităţi ştiinţifice reputate: Alexander Von Humbold, Biot si Arago, analizează invenţia si Arago o prezintă Academiei. Biot arată ca o asemenea invenţie trebuie pusă la dispoziţia omenirii. Daguerrotipia, cu toate deficienţele ei (unicate, imagine inversată stânga dreapta, procedeu complicat si greu reproductibil), s-a răspândit cu mare iuţeală. Daguerre este copleşit de onoruri: I se decenează „Legiunea de Onoare”, cea mai mare distincţie a vremii, i se asigură o rentă de 6000 de franci (Isodore Niepce, fiul lui Nicephore, primeşte o renta de 4000 de franci). Nicephore Niepce este dat uitării.

1839 Pictorul german Friederike Wilhelmine von Wunsch susţine că a inventat un proces fotografic care reproduce atât în miniatură cât şi în mărime naturală portretele - Mungo Ponton om de ştiinţă scoţian descoperă că bicromatul de potasiu este sensibil la lumină;

- Hippolyte Bayard, în Franţa, expune imagini direct pozitive obţinute cu ajutorul unei hârtii fotosensibile, folosind un procedeu propriu.

1840 Englezul William Henry Fox Talbot introduce aşa numitele „plăci umede" constând dintr-un strat de colodiu depus pe o sticla ce se sensibilizează, în momentul folosirii, prin înmuiere succesiva insoluţii de nitrat de argint si bromură de potasiu. După o scurtă expunere (bromura de argint ce se formează este extrem de sensibila la lumina),imaginea latentă, practic invizibilă, se întăreşte prin „developare" cu o soluţie de piroganol în acid acetic, apoi bromura de argint neconsumată se dizolva în amoniac, realizând astfel fixarea imaginii. Suportul transparent permite copierea în număr nelimitat de exemplare pe hârtie conţinând de asemenea săruri de argint. Marele inconvenient consta în faptul că, plăcile trebuind preparate şi apoi prelucrate „pe loc", fotograful ambulant căra cu el, alături de aparat şi stativ, un întreg laborator de chimie si o „camera neagră" pentru efectuarea operaţiilor în absenţa luminii ambiante.

1841 Talbot brevetează formula sa sub numele de Calotype.

1847 Lonis Desire Blanquart - Evrard îmbunătăţeşte calotipul lui Talbot; Claude Felix Abel Niepee de Saint-Victor propune placa negativă pe sticlă tratată cu albumină si argint.

1849 Omul de stiinta scotian David Brewster inventează vizorul stereoscopie; Gustave Le Gray introduce în Franţa procedeul Hârtiei cerate.

1851 Frederick Scott Archer, un sculptor din Londra îmbunătăţeşte rezoluţia

1851 Talbot face primele fotografii folosind scânteia electrică ca sursă de lumină.

1852 Nadar (Felix Toumachon) deschide la Paris propriul său studio de fotografie artistică.

1855 Adolphe Disderi developează la Paris fotografii carte - de - visite.

1854-55 Roger Fenton, James Robertson si Carol Popp de Szathmari fotografiază războiul din Crimeea.

1855 Începe era imaginii stereoscopice.

1855-1857 Imagini pozitive direct pe sticla (ambrotype),şi pe metal (tintypes sau ferrotypes), foarte populare în SUA

1861-1865 Mathew Brady si colaboratorii săi reuşesc sa expună 7000 de negative in Războiul civil American.

1861 Nadar face primele fotografii undergraund cu lumină artificială.

1861 Fizicianul scoţian James Clerk-Maxwell prezintă un sistem fotografic color care implica trei fotografii alb-negru, fiecare trecută printr-un filtru roşu, verde şi albastru. Imaginile erau transformate in diapozitive pe sticlă şi proiectate în aceiaşi concordanţă poziţională cu aceleaşi filtre de culori. Aceasta e metoda de „separare a culorilor" prin procesul aditiv.

1863-75 Julia Margaret Cameron fotografiază familia si prietenii într-un stil ce aduce cu pictura prerafaelită.

1864 Walter B. Woodbury în Anglia patentează hârtia cu barită.

1868 Ducos de Hauron si Charles Cres publică o serie de studii referitoare la obţinerea imaginii color prin procesul aditiv.

1869 Congresul Statelor Unite trimite fotografi în Vest. Cele mai frumoase imagini au fost realizate de William Jackson şi Tim O'Sullivan.

1870 Medicul englez Maddox înlocuieşte plăci „placi uscate" conţinând bromură de argint înglobată nu în colodiu ci în gelatină.Aceste plăci erau conservabile ani de zile, ele puteau fi uşor transportate în casete speciale, expuse cu un aparat simplu si apoi prelucrate în linişte acasă din acest moment, fabricarea plăcilor a putut fi preluată de firme specializate şi produse sub control riguros al calităţii.

1874 Primul grup de impresionişti deschid o expoziţie de grup la studioul lui Nadar la Paris.

1877 Thomas A Edison face o demonstraţie cu un aparat denumit Fonograf.

1877 Eadweard James Muybridge născut în Anglia sub numele Muggeridge, iniţiază pariul: se desprind vreodată cele patru copite ale calului în acelaşi timp? practicat in rândul oamenilor de afaceri din San Francisco, Inspirat de fotografia secvenţială a calului Leland Stanford.

1878 Este comercializată placa uscată.

1880 George Eastman, în vârstă de 24 de ani, întemeiază în Rochester - NewYork, Eastman Dry Plate Company. În cotidianul New York Graphic apare prima fotografie cu raster.
1881 Frederic E. Ives, în America inventează procedeul „Halftone photoengraving" care face posibilă reproducerea fotografiilor, si a altor imagini în aceeaşi manieră ca şi textul.
1888 Primul aparat Kodak care conţinea o rolă de hârtie de 6,1 m, suficientă pentru o sută de fotografii circulare, cu diametrul de 6,35 cm.
1888 Este terminat Turnul EIFFEL.
1888-90 Charles Drilfeld si Ferdinand Hurter stabilesc o metoda de măsurare a sensibilităţii emulsiilor fotosensibile.
1889 George Eastman solicită patentul pentru rolfilmul transparent.
1890 Se maturizează condiţiile pentru apariţia şi dezvoltarea din ce în ce mai impetuoasă a amatorismului fotografic. Se fac progrese lente, dar susţinute, în dezvoltarea aparaturii, materialelor sensibile, a opticii. De dragul amatorilor, plăcile de sticlă, grele, ancombrante şi casante, se înlocuiesc cu pelicule pe material flexibil (iniţial nitrat de celuloză). Apar aparate pentru rolfilme. Apariţia cinematografiei face posibilă dezvoltarea formatului mic (format Leica).
1890 Jacob Ris publică albumul „Cum trăieşte cealaltă jumătate", cuprinzând imagini care prezentau viaţa cotidiană a oraşului New York.
1890-1910 Se înfiinţează primele grupări care promovează fotografie artistică: The Finked Ring, Photo-Club de Paris, Kleoblatt, Photo-Secession etc.
1895 Fraţii Lumiere pun la punct proiectorul de cinema cu 16 cadre pe secundă.
1900 Se toarnă primul film artistic „ The Great Train Robbery."
1900 Apare aparatul Kodak Brownie, cu rolă de film
1902 Alfred Stieglitz organizează în New York spectacolul Photo Secessionist.
1902 Primul mesaj trimis transatlantic trimis de Marconi cu telegraful fără fir.
1903 Este fondată revista „Camera Work" în SUA.
1905 Albert Einstein publică teoria relativităţii.
1906 Prima placă pancromatică este introdusă in Anglia.
1906 Devin accesibile filmele pancromatice alb/negru

1907 Comercializarea primului film color, plăcile autocromatice produse în Franța de frații Lumiere au ca urmare obținerea, fotografiilor color cu separație de culoare de calitate superioara.

1908 Ford Motor Company lansează modelul T.

1909 Lewis Hine este angajat de comitetul Național al Statelor Unite pentru protecția copilului, pentru a fotografia copiii în timp ce lucrau.

1910 Firma franceză „Lumiere” produce primele plăci „autocrom” pe care se pot face diapozitive "color" - punându-se bazele fotografierii în culori naturale, din ce în ce mai răspândită astăzi. Progresele opticii permit realizarea unor obiective de câteva zeci de ori mai luminoase decât la începuturile fotografiei. în mod analog creşte şi sensibilitatea peliculei. Apar aparate fotografice din ce în ce mai perfecționate, iar dezvoltarea impetuoasă a microelectronicii face posibilă automatizarea expunerii, a punerii la punct a distanței etc. Tot acum apar şi tehnici „neconvenționale” cum ar fi sistemul „Polaroid” al dr. Land, care permite prelucrarea pe loc a materialului fotografic sub forma de copie pozitiv alb-negru sau color. Aceasta reprezintă, într-un fel, revenirea pe o treaptă superioară a dezvoltării în spirală la daguerrotipie: unicate de mărime egală cu imaginea proiectată de obiectiv.

1914 Oscar Barnack, de naționalitate germană, angajatul firmei Leitz care producea microscoape, îmbunătăţeşte camera folosind o ramă modernă de 24x36mm şi filmul cu perforații de antrenare de 35mm.

1917 Nippon Kogaku K.K. care va deveni Nikon, se stabileşte la Tokio.

1918 Cristian Schad în Germania şi Man Ray în Paris produc primele imagini fotografice fără folosirea camerei obscure, ci doar prin manipularea luminii şi a umbrei.

1919 Banhaus îşi deschide porţile în Weimar Germania.

1920 Imaginea Fotografică este folosită în scopuri publicitare

1921 Man Ray începe producerea „fotogramelor” (Rayographs), plasând obiectele pe hârtia fotografica şi expunând umbra proiectată cu ajutorul unui bec amplasat la distanță.

1924 Leitz scoate pe piață un derivat al camerei Barnack, numit Leica, prima cameră de calitate superioară de 35mm.

1924 Se lansează Aparatele ERMANOX şi LEICA cu filmul de 35mm permiţând astfel obţinerea de imagini multiple în lumina existentă.

1925 Andre Kertesz se mută din Ungaria, ţara sa natală, la Paris, unde începe un proiect care se întinde pe o perioada de doi ani şi care se baza pe fotografierea vieţii de stradă.

1925 Paul Vierkotter inventează becul de blitz în Germania.

1927 General Eletric inventează becul modern de blitz.

1927 Prima demonstraţie de Televiziune are loc în SUA.

1928 Eastman Kodak Company produce filme color pentru aparatele de filmat de 16mm.

1928 Albert Renger-Patzsch publică „Lumea este frumoasă", prim-planuri care scoteau în evidenţă forma naturală a lucrurilor din natura şi a celor create de om; Rollei introduce aparatul reflex numit Rolleiflex, prevăzut cu un obiectiv cu două lentile care expunea pe negativ o imagine cu dimensiunea de 6x6 cm.

1931 Dezvoltarea fotografiei cu blitz, realizată de Harold („Doc") Edgerton la MIT.

1932 Iniţierea Technicolor pentru filme - trei negative alb/negru erau procesate în aceeaşi cameră sub filtre diferite; Ansel Adams, Imogen Cunningham, Willard van Dyke, Edward Weston formează grupul f764; Henri Cartier-Bresson cumpără un aparat Leica şi începe cariera sa de fotograf care durează 60 de ani. Pe 14 martie, George Eastman lasă o nota în care scria: "Misiunea mea s-a terminat. De ce să mai aştept ?" după care se împuşcă.

1932 Exponometrul cu celula fotoelectrică.

1933 Primul Rolfilm Pancromatic este fabricat în SUA;
Adolf Hittler vine la putere în Germania;
Frenklin D. Roesevelt este ales în SUA.

1933 Brassai publica „Paris de nuit".

1934 Înfiinţarea companiei Fuji Photo Film. Din 1938, Fuji, pe lângă filme mai produce camere şi lentile.

1935 Farm Securitz Administration îl angajează pe Roy Stryker pentru a conduce un sector istoric. Stryker îi angajează pe Walker Evans, Dorothea Lange, Arthur Rothstein care, pentru următorii şase ani, vor fotografia dificultăţile întâlnite în mediul rural.

1936 Se dezvoltă Kodachrom, primul film color cu mai multe straturi şi Exacta, un pionier al aparatelor de 35 mm cu vizare reflexă (SLR).

Al doilea război mondial: se dezvoltă negativele cu straturi multiple. Margaret Bourke-White, Robert Capa, Cari Mydans şi W. Eugene Smith acoperă paginile revistei LIFE cu imagini extraordinare din război.

1936 Kodacrom apare în casete de 35 mm şi rol filme.
1937 Primul aparat reflex mono-obiectiv este fabricat în Germania.
1939 Americanul Eduard Rolke Farber inventează bliţul stroboscopic.
1940 Mulzeul de Artă modernă deschide un departament al fotografiei.
1944 Este lansat filmul Kodacolor.
1945 Este inventat computerul electronic analogic.
1946 Este lansat filmul Ektacrom (diapozitiv).
1946 Carl Zeiss deschide fabrica de instrumente optice la Jena în Germania.
1947 Dr. Edwin H. Land inventează camera Polaroid.
1947 Henry Cartier-Bresson, Robert Capa şi David Seymour înfiinţează agenţia de imagini Magnum..
1948 Hassellblad în Suedia aduce pe piaţa, pentru comercializare, primul aparat de format mediu (6/6) SLR.
În Japonia, Pentax introduce la aparatele sale diafragma automatică.
1948 Aparatul Nikon de 35 mm este introdus în Japonia.
1949 În Germania de Est, se dezvoltă Contax S, primul aparat (cu pentaprismă) care oferă o imagine reală pe vizorul pentaprismei.
1950 Edwin Land comercializează aparatul Polaroid; O primă maşină de copiat XEROX este fabricată în SUA.
În Japonia se produce primul transistor radio.
1954 Apare filmul alb negru de mare sensibilitate TRI-X.
1955 Edward Steichen preia în custodie expoziţia „ Family of Man "de la muzeul de Artă Modemă din New York.
1959 Se naşte primul Nikon F.
1960 Garry Winogrand începe să fotografieze femei pe strazile oraşului New York.
1960 Raza laser face posibilă obţinerea imaginii holografice.
1962 Polacolor permite obăinerea de imagini color în doar 60 sec.
1963 Este asasinat John F. Kennedy; Beatles obţine primul succes cu înregistrarea „Please Please Me".

1963 Prima imagine instantanee obţinută pe film Polaroid. Instamatic de la Kodak îl urmează la scurt timp. Nikon introduce pe piaţă primul aparat de fotografiere subacvatică.

1969 Doi astronauţi Americani păşesc pe lună.

1972 Se comercializează sistemul POLAROID SX-70.

1972 Formatul de 110 mm este conceput de Kodak, cu o deschidere a clişeului de 13x17 mm.

1973 Procesul color pentru negative C-41 este introdus pe piaţă, înlocuind vechiul procedeu C-22.

1975 Nicholas Mixon ilustrează prima sa publicaţie anuală, cu fotografii ale soţiei şi surorilor sale, numind-o „The Brown Sisters”

1977 Cindy Sherman începe lucrarea „Untitled Film Stills”, încheiată în anul 1980.

1978 Konica introduce primul sistem Auto-focus

1980 Eisa Dorfman începe să lucreze portrete cu un Polaroid de 20x24 inci.

1980 Sony propune prima cameră video pentru amatori.

1982 Sony introduce pe piaţă camera "stil video" Mavica.

1983 Camera cu dischetă este promovată de Kodak, folosind clişee de 8x11 mm (asemănătoare cu cele de la camerele Minox de spionaj).

1984 Canon face o demonstraţie a primei camere fotografice electrice (electronic still camera).

1985 Pixer introduce primul procesor digital de imagini.

1985 Primul autofocus din lume în sistem SLR (vizare reflex) este adus pe piaţă de Minolta (pe piaţa din S.U.A. este denumit Maxxum).

1990 Kodak introduce Photo CD un sistem digital de stocare a imaginilor.

1996 Kokak introduce Advanced Photo-System

2003 Fuji lansează Digital back de 22 MP

2005 La salonul de echipament digital de la New York se lansează cipul de 32 respectiv 85 MP.

Bibliografie

Toma Raduleţ - *Optica fotocinematografică*, vol I-II, Editura Tehnică, 1977;

Iuliu Pogany - *Fotografia de la teorie la practica*, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, 1987;

Helmut Stapf - *Practica fotografică*, Editura Tehnică, 1958;

Dan Bistriţeanu - *Filtre fotografice*, Editura Tehnică, 1989;

Ioan Negrea - *Lectia de fotografie*, Editura Albatros, 1984;

C. Pivniceru, M. Mioc - *Reţetar pentru laboratorul foto-film*, Editura Tehnică, 1974;

Silviu Comănescu - *Procesul pozitiv*, Editura Tehnică, 1978;

Anton Bielusici - *Fotografia în culori*,Editura Ştiinţifica, 1965;

Norbert Gopel - *Developarea*, Editura Tehnica, 1978;

M. Varga, I.M. Iosif - *Fotografia. Tehnologie şi creativitate*, Editura Tehnică,1986;

John P. Schaefer - Ansel Adams - *Guide basic techniques of photography*, Little Brown and Company, 1995;

Ansel Adams - *The negative,* Ed.Little Brown, 1981;

Ansel Adams - *The pozitive,* Ed.Little Brown, 1981;

A.G. Simonov - *Fotografia la lumina artificială*, Editura Tehnică, 1961;

Virgil Petrovici - *Tehnica iluminatului artistic*, Editura Tehnică, 1976;

Cartier - Bresson, Henri - *Images à la Sauvette*, Verve, 1952;

Paul Constantin - *Culoare, Artă, Ambient*, Meridiane, Bucureşti, 1979;

Brian Coen - *Tehniques of the World's great photographers*, Secancus N.Y.Chartwell Books, 1981;

Hammond John H - *The Camera Obscura*, Acronicle, Bristol England, Adam Hilger 1981;

Lucian Ionică - *Imaginea vizuală*, Editura Marineasa.Timişoara 2000;

Johannes Itten - *Design and Form*, Thames and Hudson, 1978;

Abraham A. Moles - *Artă şi ordinator*, Meridiane, Bucureşti, 1974;

Petrovici Virgil - *Tehnica iluminatului artistic*, Tehnică, Bucureşti, 1976;

Naomi Rosenblum - *A world History of Photography*, Third Edition Abreville, Press N.Y.1997;

Anne-Marie Thibault-Laulan - *Le language de l'image*, Editions Universitaires, Paris, 1971;

Revista *Photographie;*

Revista *Foto-Magazin;*

Revista *L'ecole de la photo;*

Revista *National Geographic;*

Revista *Camera;*

Revista *Art;*

Revista *Profi photo;*

Revista *American Photography;*

Revista *Images;*

Revista *L'ecole de la photo.*

Biblioteca Centrală Universitară
TIMIŞOARA
"EUGEN TODORAN"